

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu



Měření chemických a fyzikálních faktorů ve sportovních halách.

Measuring of chemical and physical factors in sports halls.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí diplomové práce:

PaeDr. Jiří Šafránek

Zpracovala:

Bc. Dita Šimůnková

srpen 2008

ABSTRAKT

Název:

Měření chemických a fyzikálních faktorů ve sportovních halách

Cíl práce:

Měření fyzikálních a chemických faktorů ve 3 různých sportovištích v jižních Čechách, konkrétně měření osvětlení a prachových částic (suspendovaných částic frakce MP_{10} , $MP_{2,5}$), teploty, relativní vlhkosti a následné srovnání s danými normami.

Metody:

Osvětlení bylo zjištěno měřicí metodou přístrojem Minolta M-10. Suspendované částice frakce MP_{10} a $MP_{2,5}$ byly měřeny tzv., nepřímou, gravimetrickou“ metodou.

Výsledky:

Na základě zjištěných skutečností a po zpracování výsledků byla potvrzena hypotéza o splnění norem v oblasti osvětlení ve všech sportovištích. Po zpracování výsledků měření prachových částic, vlhkosti a teploty jsem došla k závěru, že došlo k překročení limitu, a tudíž nesplnění norem v gymnastickém sále Zemědělské fakulty JČU, kde byly zjištěny vyšší hodnoty suspendovaných částic PM_{10} , $PM_{2,5}$ a teploty. Ve sportovní hale byla překročena pouze hodnota teploty a PM_{10} , a to jen v malém rozsahu.

Tělocvična SLŠ Písek nesplňuje normy jak v oblasti měření prachových částic, tak v dodržení teplotních rozsahů hygienických norem.

Klíčová slova:

fyzikální faktory, chemické faktory, měření osvětlení, měření prašnosti, vlhkost a teplota ve sportovních halách.

SUMMARY

Title:

Measuring of chemical and physical factors in sports halls.

Objective:

Is comparing of chemical and physical factors in three different sports halls in south Czech, concretely light measuring dust elements (suspended elements fraction MP_{10} , $MP_{2,5}$), than temperature measuring and relative humidity measuring and their following comparison with norms.

Methods:

The lightening was measured by measuring method with Minolta T – 10 machine. Dust elementr fraction MP_{10} and $MP_{2,5}$ were measured by „ unstraight gravimetric method”.

Results:


On the basics of ascertain facts and after processing results was verified the hypothesis about observing norms in lightening area in all the sports halls. After the processing results of dust factors measuring, humidity and temperature, I found out, that there have been overlimit in gymnastic hall ZF JČU, where have been measured higher values of suspended elements and temperature. In the sports hall České Budějovice was overlimit in temperature measuring and dust measuring fraction MP_{10} , but only in minimal extensity. Sports hall SLŠ doesn't keep the limits norm in dust measuring of fraction MP_{10} , $MP_{2,5}$

Key words:

physical factors, chemical factors, light measuring, measuring of dust elements, humidity and temperature in sport hall.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením PaedDr. Jiřího Šafránka. V práci jsem použila informační zdroje uvedené v seznamu.

Praha, 11. dubna 2008


.....
podpis

Svoluji k zapůjčení své diplomové práce ke studijním účelům.

Prosím, aby byla vedena přesná evidence vypůjčovatelů, kteří musejí pramen převzaté literatury řádně citovat.

Jméno a příjmení: Číslo obč. průkazu: Datum vypůjčení: Poznámka:

Obsah

1.	ÚVOD	7
2.	TEORETICKÁ ČÁST	8
2.1	Životní prostředí – obecně.....	8
2.2	Vnitřní prostředí budov	8
2.3	Mikroklimatické podmínky.....	9
2.4	Základní pojmy	10
2.5	Výčet aerosolových částic:	11
2.6	Definovaný odběr vzorku	11
2.7	Fyzikální faktory vnitřního prostředí	12
2.7.1	Vlhkost vzduchu	12
2.7.2	Relativní vlhkost vzduchu	12
2.7.3	Nízká vlhkost:	12
2.7.4	Vysoká vlhkost.....	13
2.7.5	Teplota vzduchu	13
2.7.7	Osvětlení.....	15
2.7.8	Vytápění a větrání	16
2.7.9	Specifika vnitřního ovzduší	16
2.7.10	Hluk a vibrace.....	17
2.8	Chemické faktory vnitřního prostředí	19
2.8.1	Prach.....	19
3.	CÍL, ÚKOLY A PRACOVNÍ HYPOTÉZA	20
3.1.	CÍL.....	20
3.2.	ÚKOLY	20
3.3.	PRACOVNÍ HYPOTÉZA.....	20
4.	PRŮBĚH VÝZKUMU	21
4.1.	Popis měření osvětlení.....	21
4.2	Popis měřených sportovišť	21
4.2.1	Sportovní hala České Budějovice.....	21
4.2.2	Sportovní hala Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity	23
4.2.3	Školní tělocvična Vyšší odborné školy a střední lesnické školy Bedřicha Schwarzenberga v Písku.....	24
4.3	Základní pojmy pro měření osvětlení.....	25
4.4	Srovnávací síť bodů pro výpočet a měření	26
4.5	Volba třídy osvětlení	27
5.	VÝSLEDKY A HODNOCENÍ.....	28
5.1	Popis měření osvětlení – sportovní hala České Budějovice	28
5.1.1	Výpočty měření sportovní hala ČB.....	30
5.1.2	Tabulka 1 – naměřené hodnoty ve sportovní hale ČB, hodnoty po korekcích	31
5.2	Popis měření osvětlení gymnastického sálu Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity ulice Na Sádkách, České Budějovice.....	32
5.2.1	Výpočty měření v gymnastickém sále ZF JČU.....	33
5.2.2	Tabulka 2 – naměřené hodnoty v gymnastickém sálu ZF JČU, hodnoty po korekcích	34
5.3	Popis měření osvětlení tělocvičny Střední lesnické školy v Písku.....	35
5.3.1	Výpočty měření v tělocvičně SLŠ Písek.....	36
5.3.2	Tabulka 3 - Naměřené hodnoty ve školní tělocvičně SLŠ Písek, hodnoty po korekcích.....	37
5.4	Měření mikroklimatických podmínek.....	38

5.4.1	Základní kritéria pro hodnocení kvality vnitřního prostředí.....	38
5.4.2	Požadavky na metody pro stanovení (suspendovaných částic) polétavého prachu frakce PM ₁₀ a PM _{2,5} ve vnitřním prostředí.....	39
5.4.3	Popis měření suspendovaných částic frakce PM ₁₀ , PM _{2,5}	39
5.4.3.1	Výsledky měření v SLŠ Písek.....	41
5.4.3.2	Výsledky měření ve sport. hale ČB	42
5.4.3.3	Výsledky měření v gym. sále ZF JČ.....	43
5.5	Hodnocení mikroklimatických podmínek.....	45
6.	DISKUZE.....	50
7.	ZÁVĚR	51
8.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	52
9.	SEZNAM TABULEK, GRAFŮ, OBRÁZKŮ, FOTOGRAFIÍ.....	52
9.1	SEZNAM TABULEK.....	53
9.2	SEZNAM GRAFŮ	53
9.3	SEZNAM OBRÁZKŮ	54
9.4	SEZNAM FOTOGRAFIÍ	55
10.	PŘÍLOHY.....	55

1. ÚVOD

Sport a sportovní aktivity jsou činnostmi, které udržují naše tělo v dobré fyzické kondici a pomáhají zlepšit životní standard Tyto činnosti můžeme provozovat jak venku v teplém počasí v letní sezóně, tak v zimě uvnitř – ve sportovních halách...

Pokud provozujeme sport na určité úrovni, musíme tato krytá sportoviště využívat každodenně, v některých případech i vícekrát za den.

Protože v tomto prostředí trávím spoustu času a musím se pohybovat v těchto podmínkách velmi často, zajímám se v mé práci o vnitřní prostředí sportovních hal, jejich fyzikální a chemické faktory porovnávám s normami, které by měly splňovat veškerá tato sportovní zařízení...

V této práci se zajímám o oblast osvětlení ve všech 3 sportovištích (což se v dnešní době jeví jako značně problematické, a to hlavně zdůvodu šetření energie a následného nedostatečného osvětlení) a o mikroklimatické podmínky.

Z důvodu značné složitosti těchto měření a nedostupnosti měřících přístrojů jsem měřila jen jednu ze složek, a to jednu z nejpodstatnějších a často se objevujících ve sportovním prostředí. Jedná se o koncentrace suspendovaných částic prachu různých velikostí, tzn. frakce PM_{10} , $PM_{2,5}$ a jejich průvodní měření vlhkosti a teploty.

Z výsledků mé práce pak mohu udělat závěry o tom, jaký vliv má prostředí sportovních budov na náš lidský organizmus a do jaké míry může ovlivnit naše zdraví.

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Životní prostředí – obecně

Životní prostředí je komplex fyzikálních, chemických, biologických a společenských faktorů navzájem se ovlivňujících a působících na člověka. Za přírodní složky se považují ovzduší, voda, půda, biologické faktory.

Umělé součásti znamenají stavby, výrobní a dopravní zařízení, komunikace. Sociální složky jsou tvořeny mezilidskými vztahy, kulturou, zákony, ekonomickým stavem společnosti. (Cinglová, 2002)

2.2 Vnitřní prostředí budov

V poslední době se stále zkracuje čas, který trávíme venku. V uzavřených prostorech bydlíme, pracujeme, sportujeme, bavíme se a dopravujeme. Odhady času, který strávíme venku, kolísají mezi 2 – 10 procenty.

V souvislosti s pohybem v uzavřených prostorách vzniká řada zdravotních obtíží jako například – **syndrom z nemoci budov** (Sick Building Syndrome), což se může projevovat bolestmi hlavy, nespavostí, sníženou koncentrací, těžkými depresemi, alergiemi, astmaty, akutním i chronickým onemocněním plic, rakovinou. Tyto obtíže jsou způsobeny faktory fyzikálními, chemickými a biologickými.

Vzduch v uzavřených místnostech, bytech a kancelářích bývá totiž až deskrát toxičtější než ovzduší na ulici a až stokrát znečištěnější než vzduch v přírodě.

Prachové částice, smog, chemické výpary z umělých hmot a nábytku, bakterie, viry, spory plísní, výkaly všudypřítomných roztočů, to vše se v uzavřených prostorách koncentruje. Potom zejména v chladnějších obdobích roku (podzim, zima), kdy méně větráme, působí tyto škodlivé látky na náš organizmus prakticky celý den. Největší část škodlivin přitom proniká do těla právě plícemi. Přes tenkou plicní sliznici totiž filtrujeme neuvěřitelných 75 000 litrů vzduchu denně.

Při sportovním výkonu se výrazně zvyšuje jak dechová frekvence, tak ventilace plic, a proto dochází k přesunu aerosolů do organismu několikanásobně rychleji než při běžných aktivitách, což může být pro sportovce rizikové.

Moderní stavební materiály, utěsněná okna, běžící klimatizace, syntetické koberce, umělý nábytek, monitory, kopírky a dalších zhruba 20 vlivů dohromady vytváří uvnitř budov, tedy tam, kde trávíme 80 % života, zdraví škodlivé prostředí.

Další součástí těchto negativních vlivů, jako jsou chemikálie, statická elektřina, ozón, mikročástice prachu apod., jsou i vzdušné ionty, respektive vzdušná nerovnováha. Vzduch, který dýcháme, by měl obsahovat alespoň 800 zdraví prospěšných záporně nabitých iontů. Zatímco v přírodě (na horách, u moře, v lese, u vodopádů) je to v pořádku a dýcháme vzduch s vyššími koncentracemi aniontů, v interiérech nacházíme většinou hodnoty blízké nule. Ionizovaný vzduch má přitom na tělo a jeho zdraví zásadní vliv. Vitalizuje krevní oběh, prostřednictvím neurotransmiterů zvyšuje mozkovou činnost, zlepšuje paměť a koordinaci pohybu. Díky regulaci hladiny serotoninu (hormonu štěstí) ovlivňuje náladu a neutralizaci histaminu rychle zmírňuje alergie.

Právě díky vysoké koncentraci prospěšných vzdušných aniontů je nám tak dobře v lese, u moře při východu slunce nebo u tekoucí vody. Zejména kvůli působení vzdušných aniontů nás to na tato místa podvědomě přitahuje a velmi rychle si odpočineme, proto bychom měli tato místa vyhledávat častěji než pouze jedenkrát či dvakrát za rok v době dovolených.

2.3 Mikroklimatické podmínky

Sledování kvality vzduchu v tělocvičnách popř. sportovních halách se v naší republice běžně neprovádí. Měření za účelem stanovení maximální koncentrace znečištění vzduchu ve výše uvedených prostorách se provádí většinou na základě stížnosti a objednávky dotyčného na hygienické stanici nebo u soukromé firmy, která tato měření provádí.

Většinou se jedná o stížnosti ze strany žáků popř. učitelů na nepříjemné prostředí popř. zdravotní obtíže při hodinách TV.

Výjimkou bylo sledování kvality vzduchu na zimních stadionech, které proběhlo v roce 2007 na základě rozhodnutí hlavního hygienika ČR. Zde se jednalo o znečištění vzduchu emisemi z rolny (NO_2 , CO, benzen, suspendované částice prachu o velikosti PM 10 μm). (Komárková, Jůvová, 2007)

Dále pak proběhlo několik měření na Ústavu životního prostředí ve spolupráci s FTVS v Praze, která se specializovala na školní zařízení, a to sledováním aerosolu ve vysokoškolské posluchárně nebo na základní škole v centru Prahy. (Kotlík, 2008)

2.4 Základní pojmy

- **vnitřní prostředí** - ovzduší ve vnitřním prostředí budov, s výjimkou ovzduší na pracovištích určených zvláštním právním předpisem,
- **znečišťující látka** - jakákoliv látka vnesená do vnitřního ovzduší nebo v něm druhotně vznikající, která má přímo a nebo může mít po fyzikální nebo chemické přeměně nebo po spolupůsobení s jinou látkou škodlivý vliv na život a zdraví lidí a zvířat, na životní prostředí nebo na hmotný majetek,
- **znečišťování ovzduší** - vnášení jedné nebo více znečišťujících látek do vnitřního ovzduší v důsledku lidské činnosti vyjádřené v jednotkách hmotnosti za jednotku času,
- **větrání** je řízená výměna znehodnoceného vzduchu ve vnitřním prostoru za venkovní,
- **intenzita větrání** je podíl objemového průtoku venkovního vzduchu a objemu větrané místnosti,
- **přirozené větrání** je výměna vzduchu vyvolaná rozdílem hustot (teplot) vzduchu vně a uvnitř objektu a působením větru,
- **nucené větrání** je výměna vzduchu docílená technickým zařízením – ventilátorem. Tímto pojmem je označován nucený přívod a odvod vzduchu i větrání kombinované, tj. buď nucený přívod vzduchu a přirozený odvod, nebo přirozený přívod vzduchu a nucený odvod (odsávání) vzduchu. Přiváděný vzduch při nuceném větrání bývá zpravidla částečně upraven – filtrace, ohřev,
- **odsávání** je nucený odvod vzduchu z prostoru
- **klimatizace** je tepelně vlhkostní úprava filtrovaného přiváděného venkovního i oběhového vzduchu,
- **limit** - hodnota nejvýše přípustné úrovně znečištění ovzduší vyjádřená v jednotkách hmotnosti na jednotku objemu při standardní teplotě a tlaku (20 °C a tlak 101,325 kPa),
- **kontinuální měření analyzátorů** - plně či částečně automatizované postupy, kdy odběr vzorku není oddělen od vlastní analýzy,
- **biologické ukazatele ovlivňující lidské zdraví** – mikroorganismy a alergenů roztočů ,
- **mikroklimatické podmínky** – podmínky teplotní, vlhkostní a proudění vzduchu,
 - **mikroorganismy** – jen bakterie a plísňe vyrostlé za podmínek zkoušení stanovených příslušnými ČSN. (hlavní hygienik, 2007)

2.5 Výčet aerosolových částic:

- PM_{10} - částice, které projdou velikostně selektivním vstupním filtrem vykazujícím pro aerodynamický průměr 10 μm odlučovací účinnost 50 %,
- $PM_{2,5}$ - částice, které projdou velikostně selektivním vstupním filtrem vykazujícím pro aerodynamický průměr 2,5 μm odlučovací účinnost 50 %,
- $PM_{1,0}$ - částice, které projdou velikostně selektivním vstupním filtrem vykazujícím pro aerodynamický průměr 1,0 μm odlučovací účinnost 50 %

(PM – z angl. Particulate matter)

2.6 Definovaný odběr vzorku

Odběr vzorku znamená převedení přesně změřeného objemu analyzovaného ovzduší do analyzátoru nebo zařízení (kolektoru), které je schopno uchovat stanovovanou složku (event. složky) pro následnou analýzu.

Metody vzorkování lze rozdělit na odběry aktivní a pasivní a přímý odběr vzorku.

Aktivní odběry jsou založené na separaci a patří sem záchyt do roztoků (např. pro SO_2 , NO_x , $HCHO$, NH_3), na pevný sorbent (např. VOC), filtrace (např. suspendované částice) a extrakce (např. pyly, mikrobiologické faktory).

Pasivní odběry využívají principů difuze.

(Hlavní hygienik, 2007)

2.7 Fyzikální faktory vnitřního prostředí

2.7.1 Vlhkost vzduchu

Tepelně-vlhkostní podmínky vnitřního prostředí jsou dány třemi fyzikálními faktory a rychlostí proudění vzduchu. Jsou navzájem závislé a změna jednoho z nich má za následek i změnu dalších dvou. Jsou to veličiny, které vymezují oblast subjektivního pocitu pohody či nepohody a dají se posuzovat jako škodliviny s negativním vlivem na zdraví člověka.

Rozhodující pro tepelný stav člověka je jeho tepelná bilance, tj. v jakém poměru je množství tepla jím produkovaného k množství tepla odváděného z organismu do okolního prostředí. (www.zdravcentra.cz, 2005)

2.7.2 Relativní vlhkost vzduchu

Vlhkost vzduchu ve vnitřním prostředí je závislá na venkovní vlhkosti, technologických nebo jiných zdrojích, i množství lidí.

Doporučené hodnoty se pohybují v rozmezí 30-60 % relativní vlhkosti. Tato veličina je člověkem mnohem méně pociťována než teplota, ale i zde může být nepříznivě ovlivněn zdravotní stav jedince.

2.7.3 Nízká vlhkost

V zimním období dochází vlivem vytápění (a přetápění) k poklesu vlhkosti na 20 % i méně. Organismus je tak vystaven nefyziologickému prostředí, kdy i u zdravých jedinců dochází k intenzivnějšímu vysoušení sliznice horních cest dýchacích, tím klesá jejich ochranná funkce a stoupá možnost průniku některých škodlivých látek až do horních cest dýchacích. Proto je vhodné v zimě uměle vlhkost zvyšovat zvlhčovači vzduchu, ale jen na hodnoty kolem cca 40 %. Velmi malou účinnost mají různé protékající fontánky, je třeba zvolit přístroje s parním vlhčením.

2.7.4 Vysoká vlhkost

Zatímco prostředí o vysoké vlhkosti se může stát léčebným prostředkem (např. speleoterapie využívá až 90 % relativní vlhkosti vzduchu), v běžném životě je vlhkost větší než 60 % je nebezpečným faktorem, protože tato vysoká dlouhodoběji se vyskytující vlhkost je vždy doprovázena výskytem plísní. Osoby pohybující se v trvale vlhkých prostorách, napadených plísněmi, jsou prokazatelně postiženy zhoršením zdravotního stavu (dýchací problémy, bolesti v krku, hlavy, zvýšené teploty, rýmy).

Tento problém je velmi aktuální v souvislosti s utěšňováním oken a balkonů z důvodu úspory energie. Tím se snižuje odvedení nadměrné vlhkosti z prostředí přirozeným větráním – infiltrací dochází k jejímu hromadění ve zdivu, ale i ve vybavení interiéru – ve spárách mezi dlaždicemi, lepidlu, tapet apod. Tím je připravena při běžných teplotách vytápěného prostoru živná půda pro růst a šíření plísní.

2.7.5 Teplota vzduchu

je základní veličinou vypovídající o tepelné zátěži nebo tepelné pohodě člověka. Tepelná pohoda je jedním z faktorů, zajišťujících optimální prostředí pro pobyt člověka. Je to stav rovnováhy mezi subjektem a interiérem bez zatěžování termoregulačního systému. Při subjektivním pocitu tepelné pohody je zachována rovnováha metabolického tepelného toku (celková tepelná produkce člověka) a toku tepla odváděného z těla při optimálních hodnotách fyziologických parametrů. Mechanicky lze upravit tok tepla z povrchu těla změnou tepelného odporu oděvu a změnou činnosti člověka.

Teplota vzduchu ve sportovních halách by měla odpovídat normě pro středně těžkou až namáhavou práci, tzn. mezi 16 – 18 stupni celsia. Dodržování těchto hodnot ale samozřejmě také vyžaduje kompromisy jednak pro různé druhy sportů, hlavně pak rozdílné požadavky sportovců aktivně zapojených do sportovních činností a sportovců a trenérů mimo aktivní činnost.

Zvláštní kapitolou, zvláště ve velkých halách, a zejména na zimních stadionech, jsou diváci, kteří teplotu vzduchu, a vůbec jeho kvalitu ovlivňují podstatnou měrou.

2.7.6 Rychlost proudění vzduchu

Pocit tepelné pohody je ovlivněn i rychlostí proudění vzduchu. Každé proudění vzduchu je vnímáno, může být zdrojem celkového nebo lokálního diskomfortu. Nízké rychlosti (pod $0,1 \text{ m/s}$) přispívají k nepříjemnému pocitu "stojícího" vzduchu. Vyšší rychlosti sice mohou snižovat tepelný diskomfort při vyšších teplotách, ale zároveň působí rušivě a mohou vést až ke zdravotním potížím. Jestliže je povrch těla nadměrně ochlazován rychlým odpařováním potu, může dojít až k celkovému prochladnutí. (zpocená kůže je nadměrně ochlazována třeba stolním ventilátorem)

Další způsob ochlazování kůže proudícím vzduchem spočívá v tom, že průběh rychlostí v prostoru není rovnoměrný, ale má pulzní charakter. (turbulentní proudění.)

Pulzace proudícího vzduchu dráždí nervové kožní buňky citlivé na teplotu, a tím se zvětšuje pocit chladu. Studium mezní vrstvy na povrchu těla ukazuje na zmenšování její tloušťky při rostoucí turbulenci. Tenká mezní vrstva nebrání pronikání vířících částic chladného vzduchu až na kůži, zvyšuje se tak přestup tepla konvekcí a nastává další ochlazení.

Doporučované rychlosti proudění vzduchu v tělocvičnách je $0,5 \text{ m/s}$ (nesmí být průvan). Požaduje se trojnásobná až pětinasobná výměna vzduchu za hodinu nebo 50 m^3 na jednoho cvičence.

2.7.7 Osvětlení

Fyziologové tvrdí, že zrakem vydáme značnou část své energie. Tato hypotéza je podporována například zjištěním, že vlivem špatného osvětlení se výrazně snižuje výkonnost jak při duševní práci (až o 30 %), ale také při práci tělesné.

Pro běžné zrakové rozlišování je přiměřená hodnota 50 – 70 lx, nemá – li se zrak unavovat. Zvyšováním intenzity osvětlení až do 300 lx lze dosáhnout zvýšení produktivity lidské činnosti. Shodou okolností je tato hodnota požadována při televizních přenosech sportovních pořadů. (Míček, 1983)

Zdroje osvětlení v tělocvičnách musí být kryty a nesmí vyčnívat. Okna tělocvičny tvoří nejméně 1/6 plochy podlahy, jsou umístěna v dlouhé ose tělocvičny kvůli oslnění.

Některé sporty jsou zcela závislé na osvětlení, proto je třeba tuto část nepodceňovat, jak je v dnešní době poměrně běžné z důvodu šetření energie, například snižovat počet světel na úkor horší viditelnosti.

Výstavba stadionů i hřišť se děje v ose sever – jih, aby docházelo k co nejkratšímu oslnění.

Osvětlovací soustava je dnes již nedílnou součástí většiny sportovních zařízení. V zastřešených sportovních a multifunkčních halách je možné sledovat sportovní události za nepříznivého počasí. U venkovních sportovišť zase umělé osvětlení dává možnost prodloužit dobu využívání sportoviště až do pozdních večerních hodin.

Základní požadavky na osvětlování sportovišť v zastřešených i venkovních sportovních zábavných areálech stanovuje norma ČSN EN 12193.

Osvětlovací soustava by měla zajistit rovnoměrné prosvětlení celého sportovního prostoru (v této souvislosti se hovoří o vertikální osvětlenosti), a ne jen povrchu (horizontální osvětlenost), po které se hráči pohybují. Tento prostor není ukončen čarami vymezujícími hřiště daného sportu. Množství světla, které je v osvětlovaném prostoru zapotřebí, je dáno druhem sportu s ohledem na pohyb hráčů a dynamiku konkrétní sportovní činnosti. Vyšší hodnoty osvětlení jsou obecně požadovány u „rychlých“ sportů, jako jsou např. lední hokej, squash nebo stolní tenis. Dobře musí vidět hráč, ale také divák. Dostatečná osvětlenost je rovněž velmi nutná pro kvalitní televizní přenosy. (Míček, 1983)

Důležitou vlastností osvětlovací soustavy je interpretace barev povrchů v prostoru sportoviště, kterou určuje typ použitého světelného zdroje. U většiny sportů je podle již uvedené normy pro soutěže vyšších a středních tříd vyžadován index barevného podání zdroje $R_a > 60$. Pro televizní přenosy jsou doporučeny hodnoty indexu dokonce $R_a > 80$. Těchto hodnot je možné dosáhnout použitím běžných zářivek nebo halogenových výbojek. Pro nejnižší tréninkové úrovně jsou však často dostačující „žlutooranžové“ vysokotlaké sodíkové výbojky s R_a okolo 20.

2.7.8 Vytápění a větrání

Vytápění zajišťuje vhodné tepelné podmínky ve vnitřním prostředí v závislosti na venkovních podmínkách. Někdy slouží pouze k pokrytí tepelných ztrát, pokud ohřev větracího vzduchu je součástí nuceného větrání nebo klimatizace.

Větrání je řízená výměna vzduchu, která slouží jednak k přívodu čerstvého vzduchu, jednak k odvodu v prostředí vznikajících škodlivin, nadměrného tepla a vlhkosti.

Větrání může být přirozené příslušnými větracími otvory (okna, dveře, větrací šachty, štěrby apod.) nebo netěsnostmi větracích otvorů (infiltrací) nebo nucené. Při nuceném větrání je zpravidla vzduch čištěn filtrací a je tepelně upravován. Je-li přidáno vlhčení a zvýšené požadavky na tepelné vlhkostní parametry, mluvíme o klimatizaci. (www.zdravcentra.cz, 2005)

2.7.9 Specifika vnitřního ovzduší

Větrání patří mezi procesy, které kvalitu vnitřního ovzduší významným způsobem ovlivňují, ať už se jedná o narušení rovnovážného stavu, únik látek do venkovního ovzduší a nebo naopak o transport látek z významně znečištěného venkovního ovzduší. Při rozhodování, zda-li před měřením a nebo při měření větrat, je nutno zvážit účel prováděného měření.

Jedná-li se o kontrolu plnění stanovených limitů, lze využít skutečnosti, že pokud nejsou limity překročeny nebo překračovány za nejhorších možných podmínek, nejsou, respektive nebudou překračovány ani za jiné situace. To znamená, že v případě měření látek, jejichž zdroje jsou pouze ve vnitřním prostředí (stavební materiály nebo vybavení místnosti), musí měření začít až po určité době (doporučují se 3 hodiny) po posledním vyvětrání a v průběhu měření větrání omezit na nutné minimum, případně nevětrat, aby nebyl narušen rovnovážný stav. V situaci, kdy je závažný zdroj škodlivin naopak ve venkovním prostředí a kdy je zapotřebí hodnotit jak infiltraci, tak expozici při větrání, je zapotřebí pokrýt měřením obě varianty.

2.7.10 Hluk a vibrace

Hluk v budovách má buď původ v okolním prostředí, např. automobilová doprava nebo vzniká při činnosti uvnitř budov.

Za hluk označujeme jakýkoliv nepříjemný, rušivý nebo pro člověka škodlivý zvuk. Při hodnocení hluku je nutno znát zejména jeho hladinu v decibelech, frekvenci udávanou kmitočtem kmitů za sekundu v jednotkách hertz (Hz) a jak se v čase mění jeho intenzita. Z tohoto hlediska se rozlišuje hluk ustálený, proměnný, impulzivní nebo přerušovaný.

Jiné rozdělení hluku podle Lehmana (Semotán – Semotánová, 1962) dělí hluk na normální do 30 dB, relativní do 65 dB, absolutní do 95 dB, který přináší pro člověka škodlivé následky bez ohledu na jeho duševní postoj. Nad 130 dB hluk způsobuje bolest, škody na vnitřním uchu jsou pronikavé, rychle postupují a jsou nenapravitelné.

Velká intenzita zvuku může zranit sluchový orgán (akutrauma), opakované dlouhodobé působení hluku vede k oslabení sluchu. Hluk má negativní účinky i na vegetativní nervstvo, hormonální a biochemické reakce, poruchy spánku a psychiky i sociální komunikace. Konkrétně v hlučných prostředích je mnohem vyšší počet nemocí srdečně cévních (vysoký krevní tlak) než na pracovištích s normální zvukovou kulisou.

Hluk také brzdí činnost žaludku a může vyvolat poruchy zažívání. Předrážděnost, neurózy, poruchy žláz s vnitřní sekrecí mohou být rovněž vyvolány hlukem.

Požívání černé kávy, alkoholu a kouření zvyšují záporný vliv hluku. Ten se zvyšuje i nedostatečnými hygienickými podmínkami – např. špatným větráním, vysokou teplotou, negativními sociálními faktory a podobně. Rovněž se zvyšuje citlivost žen na hluk v období před menstruací.

I u tohoto faktoru je ale nutno rozlišovat, na koho a kdy působí. Při tréninku nebo u některých druhů sportů (gymnastika, tenis) působí vyloženě rušivě. Při utkáních, a zejména při míčových hrách, je např. skandování, tleskání apod. žádoucí, neboť zvyšuje tvorbu adrenalinu, a tím i výkonnost sportovců. Příklady jsou fotbalová utkání hraná za trest bez diváků, nebo naopak závody ve skoku do výšky, kde pravidelná rytmická hudba prokazatelně fyziologicky podporuje výkony skokanů.

U dlouhodobě působícího hluku lze zřejmě spatřovat i zdravotní problémy trenérů, kde k negativnímu působení stresu se přidává i hluk, zejména při tréninku volejbalu, basketbalu a při fotbalových a hokejových utkáních. (Míček, 1984)

Zejména u nich je nutná cílená relaxace, pobyt v přírodě, uklidňující klasická hudba a pod.

Za vibrace se označuje pohyb pružného tělesa nebo prostředí, jehož jednotlivé body kmitají kolem rovnovážné polohy. Stejně tak jako v případě hluku je pro mechanické vlnění charakteristický přenos energie. V nejobecnějším přiblížení můžeme na člověka pohlížet jako na mechanickou soustavu složenou z dílčích hmot, tuhostí a mechanických odporů. Při působení vibrací je však pro člověka charakteristická interakce se zdrojem vibrací. Kupříkladu úroveň vibrací přenášených na člověka je výrazně ovlivněna reakcí organismu, polohou těla a končetin vzhledem ke směru vibrací, místem a velikostí plochy, přes kterou se vibrace přenášejí do lidského organismu a silami, které během expozice vibracím člověk vyvíjí.

Zvláštní pozornost si zasluhují mechanické rázy, vyvolávající otřesy lidského organismu. Na rozdíl od proměnných vibrací se během mechanického rázu vyvíjejí v lidském těle velké dynamické síly, které mohou v důsledku nelineárního chování organismu vyvolat jeho akutní poškození.

Expozice člověka intenzivním vibracím vyvolá vždy nepříznivou odezvu lidského organismu. Při dlouhodobé expozici může dojít k jeho trvalému poškození. Největší zdravotní riziko představují v současnosti vibrace přenášené na horní končetiny při práci s různými vibrujícími nástroji a celkové vibrace. Expozice vibracím je výrazně ovlivněna faktory fyzikálními (pracovní kmitočet stroje, časový průběh a směr působení vibrací, denní a celková doba expozice aj.), biodynamickými (tělesná konstituce, hmotnost, poloha těla a končetin, obsah styčné plochy, velikost vyvozovaných sil aj.) a individuálními (predispozice k rychlému vzniku onemocnění z vibrací, kouření, léky, údržba náradí aj.) (Jandák, 2007)

Sportoviště má být chráněno proti hluku, znečištění, větru, nekrytá hřiště se nemají stavět u velkých komunikací. Jednou z možností je odstínění bariérami nebo výsadbou vysokých stromků. Některá sportoviště, např. fotbalové stadiony, obtěžují hlukem okolí. K protihlukovým opatřením patří např: protihlukové bariéry, izolace – zakrytí sportoviště střechou, upravení režimu provozu.

2.8 Chemické faktory vnitřního prostředí

2.8.1 Prach

- vzniká drcením pevných hmot a jeho částice mohou mít různý tvar a velikost. Pro rozlišení prachu od aerosolu je důležitý mechanismus vzniku a velikost jeho částic v ovzduší. Částice poléťavého prachu jsou tak jemné, že se jen pomalu usazují nebo se neusazují vůbec.

Druhy prachu:

- prachy s převážně fibrogenním účinkem
- prachy s možným fibrogenním účinkem
- prachy s převážně nespecifickým účinkem
- prachy s dráždivým účinkem
- minerální vláknité prachy

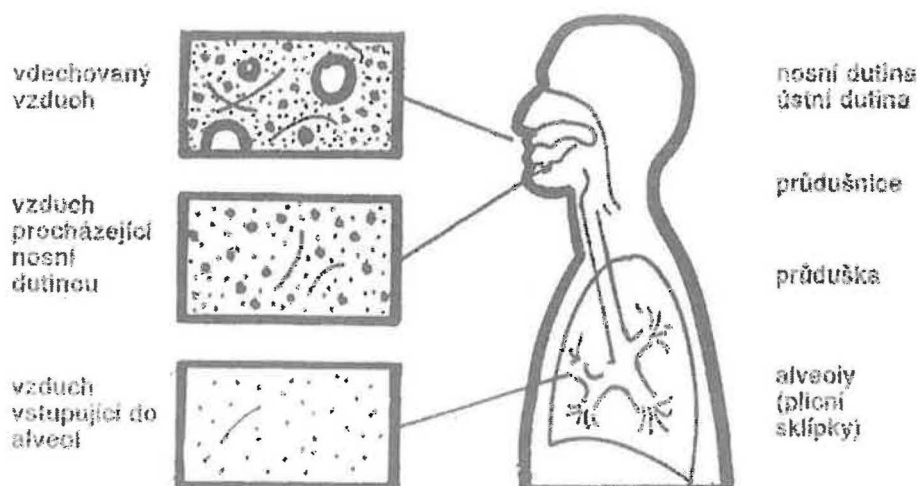
Negativní účinky prachu na lidský organizmus -

- asi 40 – 50 % prachových částic o velikosti nad 0,02 mm se zadrží v nose a horních cestách dýchacích
- převážná většina částic větších než 0,05 mm neprojde do dolních částí dýchacích cest, tj. do průdušinek a plicních sklípků.
- pouze nejmenší částice, tzv. respirabilní prach, pronikají až do dolních částí dýchacích cest (viz obr.1)

Obrázek 1 Velikost částic prachu (aerosolů)

zdroj: plakát chemických faktorů Státní zdravotní ústav Praha

VELIKOST ČÁSTIC PRACHU (AEROSOLŮ)



3. CÍL, ÚKOLY A PRACOVNÍ HYPOTÉZA

3.1. CÍL

Cílem práce je srovnání fyzikálních a chemických faktorů tří různých sportovišť v jižních Čechách se zdravotními normami udávanými pro tato sportoviště. V závěru bych se chtěla zmínit o případných zdravotních vlivech na lidský organizmus.

3.2. ÚKOLY

Charakteristika sportovní haly v Českých Budějovicích

Charakteristika sportovní haly Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity

Charakteristika školní tělocvičny VOŠL a SLŠ B. Schwarzenberga v Písku

Vymezení způsobu a charakteru měřených faktorů

Měření fyzikálních a chemických faktorů

Porovnání výsledných hodnot s normami

3.3. PRACOVNÍ HYPOTÉZA

Ve všech sportovních sportovištích jsou dodržovány hodnoty mikroklimatických parametrů a osvětlení odpovídá úrovni osvětlenosti daného sportoviště.

4. PRŮBĚH VÝZKUMU

4.1. Popis měření osvětlení

Měření osvětlení a mikroklimatických podmínek se uskutečnilo ve třech sportovních zařízeních, a to ve sportovní českobudějovické hale, kde byly měřeny hodnoty na hřišti odbíjené, dále pak ve sportovní hale Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (v gymnastickém sále moderní gymnastiky) a ve školní tělocvičně Vyšší odborné školy a střední lesnické školy B. Schwarzenberga v Písku.

Vybrala jsem záměrně různé druhy sportovišť, které vyžadují různé úrovně osvětlenosti. Nejvyšší úroveň vyžaduje sportovní hala (třída osvětlení I), kde se konají mezinárodní soutěže jako např. liga mistrů v odbíjené a dochází zde k televizním přenosům. Gymnastický sál spadá do třídy osvětlení II a tělocvična, kde se provozuje výuka školní tělesné výchovy nebo je provozován sport pouze na tréninkové nebo rekreační úrovni spadá do třídy osvětlení III. (třídy osvětlení – viz tabulka 1)

4.2 Popis měřených sportovišť

4.2.1 Sportovní hala České Budějovice

Ve sportovní hale v Českých Budějovicích je hala pro míčové hry, lehkootletický koridor (viz obr.č. 4) s posilovnou, herna stolního tenisu (viz obr.č. 3) a venkovní víceúčelové travnaté hřiště. Divácká kapacita haly je 2600 sedících diváků, z toho 1100 sedadel na tribunách a 1500 sedadel na ploše haly (používané pouze pro kulturně společenské akce).

Hala pro míčové hry je 28x48 m velká, jsou zde hřiště na volejbal, házenou, košíkovou, sálovou kopanou, tenis a pozemní hokej.

Atletický koridor s posilovnou (JAPEX) má 4 dráhy dlouhé 60 metrů, skok do dálky, 800 metrů čtverečních plochy celkem.

Herna stolního tenisu má čtyři stoly. Zázemí objektu je tvořeno 10 šatnami a kompletním sociálním vybavením včetně masérny – ošetřovny.



Obrázek č. 2. Sportovní hala České Budějovice

Obrázek č. 3. Herna stolního tenisu

Obrázek č. 4. Lehkoatletický koridor

4.2.2 Sportovní hala Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity

slouží nejen pro sportovní účely, ale jsou zde i učebny a kabinety vyučujících. Dále pak zde můžeme najít gymnastický sál, který je využíván pro výuku aerobiku a úpolových sportů, posilovna a sportovní hala, využívaná hlavně pro míčové hry, jako je volejbal, basketbal, tenis. Je zde prostor pro diváky tvořen 250 místy na sezení. Šatny, sprchy a sociální zařízení prošly rekonstrukcí v roce 2005.

Obrázek č. 5.

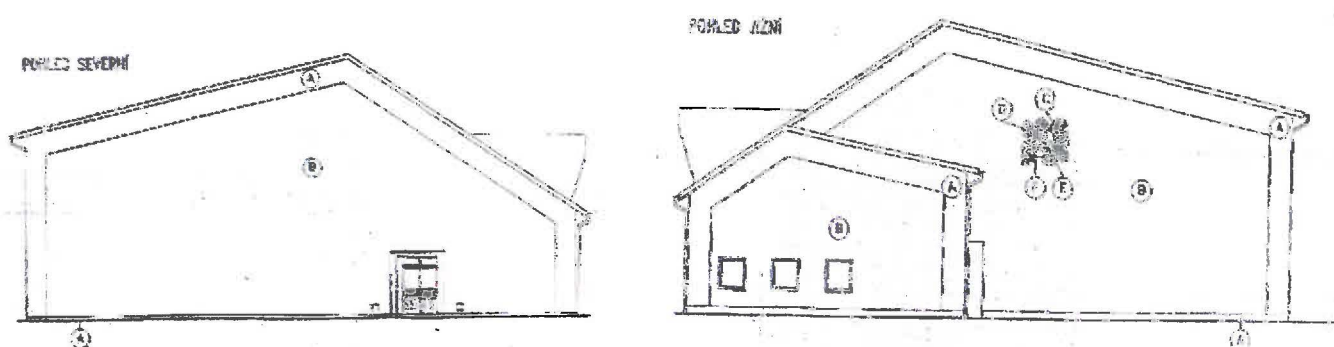
Přední strana sportovní haly Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity, s gymnastickým sálem



4.2.3 Školní tělocvična Vyšší odborné školy a střední lesnické školy Bedřicha Schwarzenberga v Písku

je školní zařízení, které proběhlo rekonstrukcí v srpnu roku 2000. Můžeme zde najít víceúčelovou sportovní halu, posilovnu, nářaďovnu, kabinety učitelů, šatny, sprchy a sociální zařízení.

Obrázek č. 6 Severní a jižní pohled tělocvičny SLŠ Písek



Obrázek č. 7 Interiér tělocvičny SLŠ Písek



4.3 Základní pojmy pro měření osvětlení

1. Hlavní plocha (principal area)

Skutečná plocha, nezbytná pro provádění určitého druhu sportu. Obvykle je to vyznačená plocha hřiště nebo sportoviště pro určitý sport (např. fotbal), ale v některých případech tato plocha zahrnuje i další prostor okolo vyznačené plochy (např. tenis, volejbal, stolní tenis).

2. Celková plocha (total area)

Všeobecně zahrnuje tato plocha hlavní plochu a navíc bezpečnostní plochu vně hlavní plochy.

3. Srovnávací plocha

je plocha stanovená podle druhu sportu, pro kterou platí požadavky na osvětlení, včetně ohraničujících čar a všech doplňujících ploch, ležících okolo vyznačené plochy.

Úroveň osvětlení pro diváky musí být nejméně 10 lx, a to spíše pro zachování zrakové pohody diváků, než z důvodů bezpečnosti nebo nouzového stavu. (norma ČSN EN 12193 Osvětlení sportovišť, 2000)

4.4 Srovnávací síť bodů pro výpočet a měření

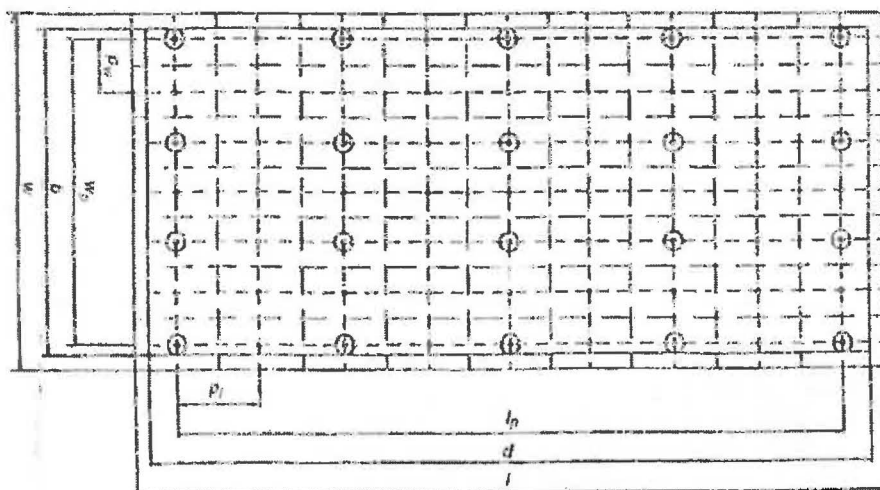
Ověření úrovně osvětlení dosažených osvětlovací soustavou vyžaduje měření osvětlení na místě. Osvětlenost se počítá i měří ve středu každého pravoúhelníku sítě. Srovnávací úrovní sítě je pro vodorovnou osvětlenost všeobecně úroveň povrchu sportoviště, pro svislou osvětlenost 1m nad povrchem, pokud není stanoveno jinak. Body sítě jsou určeny délkou a šířkou srovnávací plochy.

Síť pro výpočet slouží k ověření, zda osvětlení splňuje stanovené požadavky. Síť pro měření může být shodná se sítí pro výpočet. Počty bodů výpočtové sítě jsou pro většinu sportů definovány v tabulkách požadavků pro osvětlení (viz. norma ČSN EN 12193 – tabulka 2)

Průměrná osvětlenost se stanoví jako aritmetický průměr hodnot ze všech bodů. Použijeme hodnoty osvětlenosti viz obr. 8

Obrázek 8 Srovnávací plocha, síť bodů pro výpočet a příklad sítě bodů pro měření

Zdroj: ČSN EN 12193, 2000



pw - rozteč sítě pro výpočet ve směru šířky

b - šířka hlavní plochy PA

pl - rozteč sítě pro výpočet ve směru délky

d - délka hlavní plochy PA

w - šířka srovnávací plochy

wp - šířka sítě pro výpočet

I - délka srovnávací plochy

° - bod pro výpočet a měření

Ip - délka sítě pro výpočet.

. - bod pro výpočet

4.5 Volba třídy osvětlení

Tabulka 1 Třídy osvětlení

Zdroj: ČSN EN 12193, 2000

Úroveň soutěže	Třída osvětlení		
	I	II	III
Mezinárodní a národní	x		
Krajská	x	x	
Místní	x	x	x
Nácvik		x	x
Pohybová rekreace, školní sporty (tělesná výchova)			x

Třída osvětlení I:

Soutěže nejvyšší úrovně, jako jsou mezinárodní a národní soutěže, které jsou zpravidla spojeny s vysokými počty diváků a s velkými pozorovacími vzdálenostmi. Do této třídy může být zařazen i nácvik s nejvyšší úrovní.

Třída osvětlení II:

Soutěže střední úrovně, jako jsou krajské nebo místní klubové soutěže, které jsou zpravidla spojeny se středními počty diváků a středními pozorovacími vzdálenostmi. Do této třídy může být zařazen i nácvik s vysokou úrovní.

Třída osvětlení III:

Soutěže nízké úrovně, jako jsou soutěže místní nebo malých klubů, které zpravidla nezahrnují diváky. Do této třídy také náleží všeobecný nácvik, tělesná výchova (školní sporty) a pohybová rekreace.

Normy osvětlení pro jednotlivé sporty v příloze č.7 a 8

5. VÝSLEDKY A HODNOCENÍ

5.1 Popis měření osvětlení – sportovní hala České Budějovice

Měření umělého osvětlení bylo provedeno jako orientační, bylo realizováno v souladu s příslušnými normami a standardním operačním postupem. Intenzita celkového umělého osvětlení byla měřena bez vlivu denního světla. Dle charakteru měřeného objektu a umístění měřících bodů ve čtvercové síti bylo měření prováděno na srovnávací vodorovné rovině, kterou je povrch sportoviště.

Měření bylo provedeno pomocí digitálního luxmetru Minolta T-10, platnost kalibrace do 2.4. 2009 (viz foto 2). V době měření byla zjištěna vnitřní teplota 21,5 °C pomocí digitálního multimetru NY- 64, platnost kalibrace do 10.8. 2011 (viz. foto 1) a napětí v síti 234, 6 V. Doba provozu byla více než 100 hodin. Naposledy byla obnovena malba stěn a stropu v září 2003.

Sportovní hala je víceúčelová, na dřevěné palubovce jsou vyznačena hřiště pro odbíjenou, košíkovou, házenou. Na delších stranách je obehnaná dřevěnými tribunami pro diváky. Na kratších stranách jsou prosklené dveře, které z jedné strany vedou do atletického koridoru a druhé do předsálí a k vstupnímu vchodu.

1. Název sportoviště: Sportovní hala v Českých Budějovicích
2. Datum a čas měření: 22. 6. 2008, začátek 23.20 hod.
3. Druh svítidel a údaje o uspořádání: Halogenové výbojky typ RW 1000
- uspořádání: 5 řad po 28 svítidlech
4. Počet svítidel: 140
5. Počet hodin provozu světelných zdrojů – víc jak 100 hodin ...
6. Datum posledního čištění: 3.10. 2006
7. Provozní napětí během měření: 234,6 V
8. teplota okolí měřícího přístroje a svítidel: 21,5 ° C
9. druh měřícího přístroje, kalibrace: digitální luxmetr Minolta T-10, platnost kalibrace 2.4. 2009
10. rozmístění a směřování všech svítidel, která pro poruchu nejsou během měření v činnosti : všechna svítidla byla aktivní, žádné nebylo porušeno.

Foto 1 Digitální multimetr NY – 64 (foto autor).



Multimetr NY 64 – univerzální měřicí přístroj všech základních elektrických veličin (napětí, proud, odpor), teploty. Volba rozsahů – manuální.

Foto 2 Digitální luxmetr Minolta T10 (foto autor).



Minolta T – 10 – je komplexní měřidlo s digitálním a analogovým outputem, se separátním senzorem, měření v lx, automatické nulování, LCD display, rozsah od 0 – 50 000 lx.

5.1.1 Výpočty měření sportovní hala ČB

E_c – naměřená intenzita osvětlení v kontrolním bodě

E_c – naměřená intenzita osvětlení v kontrolním bodě po korekcích

E_{min} – minimální osvětlenost

E_{max} – maximální osvětlenost

\bar{E}_c – průměrná osvětlenost

r - rovnoměrnost

$E_{min} = 722 \text{ lx}$

$E_{max} = 899 \text{ lx}$

$\bar{E}_c = 111\,421 : 135 = 825,34$

$$r = \frac{E_{min}}{E_{max}} = \frac{722}{899} = 0,803$$

Nejistota měření: $\pm 15 \%$

Naměřené hodnoty ve sportovní hale ČB a hodnoty po korekcích můžeme vidět v tabulce 1 a znázornění sítě bodů osvětlenosti a intenzitu osvětlenosti můžeme vidět v grafu 1, 2 (viz příloha 1,2)

5.1.2 Tabulka 1 – naměřené hodnoty ve sportovní hale ČB, hodnoty po korekcích

Měřicí místo	Umělé osvětlení /lx/		Měřicí místo	Umělé osvětlení /lx/		Měřicí místo	Umělé osvětlení /lx/		Měřicí místo	Umělé osvětlení /lx/	
	E'c	E c		E'c	E c		E'c	E c		E'c	E c
1.	720	723	35.	840	843	69.	819	822	103.	861	864
2.	723	726	36.	840	843	70.	817	820	104.	872	875
3.	722	725	37.	884	887	71.	821	824	105.	882	885
4.	721	724	38.	890	893	72.	820	823	106.	871	874
5.	722	725	39.	900	903	73.	816	819	107.	880	884
6.	723	726	40.	842	845	74.	820	823	108.	871	873
7.	721	724	41.	901	904	75.	819	822	109.	850	853
8.	722	725	42.	870	873	76.	820	823	110.	865	868
9.	723	726	43.	882	885	77.	816	819	111.	873	876
10.	769	803	44.	892	895	78.	818	821	112.	892	895
11.	770	773	45.	860	863	79.	827	830	113.	896	899
12.	769	803	46.	821	824	80.	816	819	114.	867	870
13.	770	773	47.	836	839	81.	821	824	115.	890	893
14.	771	774	48.	840	843	82.	840	843	116.	899	902
15.	759	762	49.	840	843	83.	842	845	117.	870	873
16.	760	763	50.	842	845	84.	841	844	118.	791	794
17.	761	764	51.	841	844	85.	842	845	119.	789	892
18.	720	723	52.	840	843	86.	840	843	120.	775	778
19.	831	834	53.	841	844	87.	841	844	121.	798	801
20.	836	840	54.	842	845	88.	859	862	122.	793	796
21.	829	832	55.	815	818	89.	862	865	123.	792	795
22.	830	833	56.	810	813	90.	880	883	124.	796	799
23.	831	834	57.	812	815	91.	890	893	125.	797	800
24.	819	822	58.	821	824	92.	891	894	126.	798	801
25.	817	820	59.	822	825	93.	870	873	127.	721	724
26.	820	823	60.	820	823	94.	900	903	128.	719	722
27.	813	816	61.	820	823	95.	901	904	129.	722	725
28.	842	845	62.	825	828	96.	891	894	130.	725	728
29.	841	844	63.	815	818	97.	890	893	131.	730	733
30.	840	843	64.	811	814	98.	901	904	132.	728	731
31.	841	844	65.	812	815	99.	892	895	133.	729	732
32.	842	845	66.	817	820	100.	842	845	134.	750	753
33.	841	844	67.	818	821	101.	841	844	135.	735	738
34.	843	846	68.	817	820	102.	850	853			

5.2 Popis měření osvětlení gymnastického sálu Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity ulice Na Sádkách, České Budějovice

Měření umělého osvětlení v gymnastickém sále ZF JČU bylo provedeno jako orientační. Měření umělého osvětlení bylo realizováno v souladu s příslušnými normami a standardním operačním postupem. Intenzita celkového umělého osvětlení byla měřena bez vlivu denního světla. Dle charakteru měřeného objektu a umístění měřících bodů ve čtvercové síti bylo měření prováděno na srovnávací vodorovné rovině, kterou je povrch sportoviště. Počet 121 bodů v síti o stranách 11 x 11 byl dostačující ke sportu, který se v tomto sále trénuje a jím je moderní gymnastika.

Měření bylo provedeno pomocí digitálního luxmetru Minolta T-10, platnost kalibrace do 2.4. 2009. V době měření byla zjištěna vnitřní teplota 19,5 °C pomocí digitálního multimetru MY- 64, platnost kalibrace do 10.8. 2011.(viz foto1)a napětí v síti 233,2 V.

Je zde 36 svítidel ve tvaru čtverce o stranách 6 x 6 svítidel. Doba provozu svítidel byla více než 100 hodin. Interval čištění nebyl zjištěn. V případě výpadku světla norma vyžaduje zajištění bezpečnostního osvětlení, což by mělo být 5 % celkového osvětlení nejméně po dobu 30 s, z důvodu bezpečného dokončení činnosti.

Stěny gymnastického sálu jsou vymalovány světlým odstínem žluté barvy, část jedné ze stěn je vyplněna zrcadlem. Tři čtvrtiny plochy podlahy tvoří gymnastický koberec.

1. Název sportoviště: gymnastický sál ZF JČU
2. Datum a čas měření: 20. 7. 2008, zač. 22,15 hod.
3. Druh svítidel a údaje o uspořádání: halogenová žárovka J 78 150 W
- uspořádání: 6 řad po 6 svítidlech
4. Počet svítidel: 36
5. Počet hodin provozu světelných zdrojů – víc jak 100 hodin ...
6. Datum posledního čištění: nezjištěn
7. Provozní napětí během měření: 233,2 V
8. Teplota okolí měřícího přístroje a svítide: 19,5 ° C
9. Druh měřícího přístroje, kalibrace: digitální luxmetr Minolta T-10, platnost kalibrace 2.4. 2009
10. Rozmístění a směřování všech svítidel, která pro poruchu nejsou během měření v činnosti: všechna svítidla byla aktivní, žádné nebylo porušeno.

5.2.1 Výpočty měření ZF JČU

$E'c$ – naměřená intenzita osvětlení v kontrolním bodě

E_c – naměřená intenzita osvětlení v kontrolním bodě po korekcích

E_{min} – minimální osvětlenost

E_{max} – maximální osvětlenost

\bar{E}_c – průměrná osvětlenost

r - rovnoměrnost

$E_{min} = 342 \text{ lx}$

$E_{max} = 508 \text{ lx}$

$\bar{E}_c = 56\,491 : 121 = 466,8678$

$r = E_{min} : E_{max} = 342 : 508 = 0,673$

Naměřené hodnoty v gymnastickém sále a hodnoty po korekcích můžeme vidět v tabulce 2 a znázornění sítě bodů osvětlenosti a intenzitu osvětlenosti můžeme vidět v grafu 3,4 (viz příloha 3,4)

5.2.2 Tabulka 2 – naměřené hodnoty v gymnastickém sálu ZF JČU, hodnoty po korekcích

Měřicí místo	Umělé osvětlení /lx/		Měřicí místo	Umělé osvětlení /lx/		Měřicí místo	Umělé osvětlení /lx/		Měřicí místo	Umělé osvětlení /lx/	
	E'c	E c		E'c	E c		E'c	E c		E'c	E c
1.	340	344	35.	489	493	69.	486	490	103.	470	474
2.	341	345	36.	489	493	70.	490	494	104.	480	484
3.	339	343	37.	497	501	71.	493	497	105.	496	500
4.	338	342	38.	496	500	72.	499	503	106.	497	501
5.	340	344	39.	500	504	73.	498	502	107.	496	500
6.	342	346	40.	499	503	74.	501	505	108.	478	482
7.	345	349	41.	496	500	75.	500	504	109.	495	499
8.	346	350	42.	503	507	76.	499	503	110.	497	501
9.	347	351	43.	499	503	77.	500	504	111.	341	345
10.	345	349	44.	489	493	78.	340	344	112.	498	502
11.	342	346	45.	340	343	79.	490	494	113.	483	487
12.	341	345	46.	487	491	80.	485	489	114.	499	503
13.	495	499	47.	487	491	81.	476	480	115.	498	502
14.	487	491	48.	469	473	82.	479	483	116.	503	507
15.	497	501	49.	470	474	83.	456	460	117.	502	506
16.	496	500	50.	485	489	84.	459	463	118.	501	505
17.	497	501	51.	487	491	85.	460	463	119.	503	507
18.	498	502	52.	456	460	86.	487	491	120.	500	504
19.	499	503	53.	470	474	87.	494	498	121.	501	505
20.	502	506	54.	480	484	88.	497	501			
21.	500	504	55.	485	489	89.	342	346			
22.	501	505	56.	341	345	90.	495	499			
23.	343	347	57.	450	453	91.	486	490			
24.	470	474	58.	485	489	92.	495	499			
25.	488	502	59.	470	474	93.	490	494			
26.	489	493	60.	472	476	94.	501	504			
27.	467	471	61.	484	488	95.	504	508			
28.	465	469	62.	485	489	96.	502	506			
29.	475	479	63.	460	464	97.	500	504			
30.	487	491	64.	469	473	98.	502	506			
31.	473	477	65.	490	494	99.	503	507			
32.	467	471	66.	491	495	100.	340	344			
33.	479	483	67.	342	346	101.	497	501			
34.	342	346	68.	484	488	102.	487	502			

5.3 Popis měření osvětlení tělocvičny Střední lesnické školy v Písku

Měření umělého osvětlení bylo provedeno jako orientační. Měření umělého osvětlení bylo realizováno v souladu s příslušnými normami. Intenzita celkového umělého osvětlení byla měřena bez vlivu denního světla. Dle charakteru měřeného objektu a umístění měřících bodů ve čtvercové síti bylo měření prováděno na srovnávací vodorovné rovině, kterou je povrch sportoviště.

Je zde prováděna sportovní činnost na úrovni školní výuky tělesné výchovy nebo rekreačního sportu, nejčastěji košíkové, proto rozměry a počty bodů sítě pro výpočet osvětlení byl zvolen 13 x 7 bodů, odpovídající třídě osvětlenosti III, což by mělo být 200 luxů.

Měření bylo provedeno pomocí digitálního luxmetru Minolta T-10, platnost kalibrace do 2.4. 2009. V době měření byla zjištěna vnitřní teplota 19 °C pomocí digitálního multimetru MY- 64, platnost kalibrace do 10.8. 2011. Napětí v síti 225,5 V.

1. Název sportoviště: školní tělocvična střední lesnické školy v Písku
2. Datum a čas měření: 12. 6. 2008, začátek 22, 35 hod.
3. Druh svítidel, údaje o uspořádání:
Řada 40, 40-017/140/B HQI400 hluboká křivka rot. symetrická
HMIL 400 DH halogenidová výb. difuz. s denním světlem 400 W
Řada 21, 21-023/258/CY 2 x 58 W EP průmyslové IP 65, leštěný efekt
- uspořádání 2 řady po 10 světlech + 4 x 8 světél na všech stěnách
4. Počet světelných zdrojů: 20
5. Počet hodin provozu světelných zdrojů: více jak 100 hodin
6. Datum posledního čištění: červen 2006
7. Provozní napětí během měření: 225,5 V
8. Teplota okolí měřícího přístroje a svítidel: 19 °C
9. Druh měřícího přístroje, třída, kalibrace: digitální luxmetr Minolta T-10, platnost kalibrace 2.4. 2009
10. Rozmístění a směřování všech svítidel, která pro poruchu nejsou během měření v činnosti :
všechna svítidla byla aktivní, žádné nebylo porušeno.

5.3.1 Výpočty měření v SLŠ Písek

$E'c$ – naměřená intenzita osvětlení v kontrolním bodě

E_c – naměřená intenzita osvětlení v kontrolním bodě po korekcích

E_{min} – minimální osvětlenost

E_{max} – maximální osvětlenost

\bar{E}_c – průměrná osvětlenost

r - rovnoměrnost

$E_{min} = 165 \text{ lx}$

$E_{max} = 216 \text{ lx}$

$\bar{E}_c = 17528 : 91 = 192,6154$

$$r = \frac{E_{min}}{E_{max}} = \frac{165}{216} = 0,763$$

Naměřené hodnoty v tělocvičně SLŠ Písek a hodnoty po korekcích můžeme vidět v tabulce 3, znázornění sítě bodů osvětlenosti a intenzitu osvětlenosti můžeme vidět v grafu 5,6 (viz příloha 5,6)

5.3.2 Tabulka 3 - Naměřené hodnoty ve školní tělocvičně SLŠ Písek, hodnoty po korekcích

Měřicí místo	Umělé osvětlení /lx/		Měřicí místo	Umělé osvětlení /lx/		Měřicí místo	Umělé osvětlení /lx/		Měřicí místo	Umělé osvětlení /lx/	
	E'c	E c		E'c	E c		E'c	E c		E'c	E c
1.	165	169	35.	204	208	69.	186	190			
2.	166	170	36.	207	211	70.	183	187			
3.	167	171	37.	207	211	71.	200	204			
4.	168	172	38.	206	210	72.	200	204			
5.	165	169	39.	201	205	73.	202	206			
6.	164	168	40.	202	206	74.	201	203			
7.	163	167	41.	203	207	75.	202	206			
8.	163	167	42.	201	205	76.	202	206			
9.	164	168	43.	165	169	77.	200	204			
10.	165	169	44.	178	182	78.	203	207			
11.	162	166	45.	189	193	79.	206	210			
12.	161	165	46.	187	191	80.	200	204			
13.	163	167	47.	189	193	81.	203	207			
14.	162	166	48.	190	194	82.	201	205			
15.	172	176	49.	191	195	83.	203	207			
16.	176	180	50.	162	166	84.	202	206			
17.	170	174	51.	170	174	85.	202	206			
18.	185	189	52.	181	185	86.	208	212			
19.	188	192	53.	182	186	87.	211	215			
20.	187	191	54.	185	189	88.	212	216			
21.	186	190	55.	186	190	89.	212	216			
22.	200	204	56.	187	191	90.	211	215			
23.	205	209	57.	171	175	91.	211	215			
24.	206	210	58.	170	174						
25.	207	211	59.	172	176						
26.	203	207	60.	173	177						
27.	200	204	61.	172	176						
28.	201	205	62.	171	175						
29.	200	204	63.	171	175						
30.	208	212	64.	175	179						
31.	204	208	65.	189	193						
32.	205	209	66.	187	191						
33.	206	210	67.	186	190						
34.	206	210	68.	182	186						

5.4 Měření mikroklimatických podmínek

5.4.1 Základní kritéria pro hodnocení kvality vnitřního prostředí

Při měření kvality vnitřního prostředí staveb jsou hodnoceny měřené hmotnostní koncentrace ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) především oxidu dusičitého (NO_2), suspendovaných částic frakce PM_{10} a $\text{PM}_{2,5}$, oxidu uhelnatého (CO), ozónu (O_3), amoniaku (NH_3), benzenu (C_6H_6), toluenu (C_7H_8), styrenu (C_8H_8), sumy xylenů (C_8H_{10}), etylbenzenu (C_8H_{10}), formaldehydu (HCHO), trichloretylenu (C_2HCl_3) a tetrachloretenu (C_2Cl_4)

Tabulka č. 4 Limitní hodinové koncentrace chemických ukazatelů a prachu

(zdroj: metodický návod pro měření a stanovení chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů kvality vnitřního prostředí podle vyhlášky č. 6/ 2003 Sb., vydal hlavní hygienik ČR, 2007)

Ukazatelé	Hodinový limit v $\mu\text{g}/\text{m}^3$
oxid dusičitý (NO_2)	100
frakce prachu PM_{10}	150
frakce prachu $\text{PM}_{2,5}$	80
oxid uhelnatý (CO)	5 000
ozón (O_3)	100
amoniak (NH_3)	200
benzen (C_6H_6)	7
toluen (C_7H_8)	300
suma xylenů (C_8H_{10}),	200
styren (C_8H_8),	40
etylbenzen (C_8H_{10}),	200
formaldehyd (HCHO)	60
trichloretylen (C_2HCl_3)	150
tetrachloreten (C_2Cl_4)	150

5.4.2 Požadavky na metody pro stanovení (suspendovaných částic) polétavého prachu frakce PM_{10} a $PM_{2,5}$ ve vnitřním prostředí

K zdrojům směsi suspendovaných částic a aerosolů ve vnitřním prostředí - někdy souhrnně nazývané „domácí prach“ patří vytápění, mikrobiologické faktory (spory hub, bakterie, roztoči, pyly), chov domácích především srstnatých zvířat, obyvatelé (částičky kůže, vlasy, prach z oděvu), pohyb obyvatel (zviřování) i jejich činnosti (vaření, domácí práce, kutilství ...), životní styl kam patří i kouření, otěry ze stavebních materiálů, transport z venkovního prostředí či okolí (větrání, ventilace a netěsnosti).

Pro definovaný odběr vzorku vzdušiny z vnitřního prostředí vydal Státní zdravotní ústav Praha (dále jen SZÚ) Soubor metodických návodů. Tento soubor byl vypracován k vyhlášce č.6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb.

5.4.3 Popis měření suspendovaných částic frakce PM_{10} , $PM_{2,5}$

Z důvodu značné složitosti těchto měření a nedostupnosti měřících přístrojů jsem měřila jen jednu ze složek a to jednu z nejpodstatnějších a často se objevujících ve sportovním prostředí.

Jedná se o koncentrace suspendovaných částic prachu frakce PM_{10} , $PM_{2,5}$.

Použila jsem manuální tzv., nepřímý gravimetrický“ postup, kde k zachytu částic dochází na filtračním médiu, který je vyroben ze skleněných vláken o definované porozitě (0,8 až 1,2 μm). Dochází k prosávání vzorku ovzduší přes certifikovanou separační hlavici (foto 4) za standardního a konstantního průtoku vzorku vzduchu, což je 15 litrů za minutu. Byl zde použit přístroj Epam 5000 (foto 5), který je napájen baterií (můžeme použít i napájení ze sítě) a k průtoku vzduchu je používán suchý plynometr. Všechny části pracují pod tlakem, proto musíme dbát na těsnost všech spojů.

Váhová koncentrace suspendovaných částic se stanoví po přepočtu rozdílů váhy exponovaného a neexponovaného filtru na odebrané množství vzorku ovzduší, což bylo 15 litrů za minutu x doba měření (60 min), takže odebrané množství vzorku ovzduší je 900 l. Nejistota měření je dána nejistotou měření objemu vzorku a vážení vzorku.

Filtry se před měřením vysouší, poté jsou umístěny do exikátoru (z důvodu zabránění navlhnutí) a po 24 hodinách se zváží na analytických vahách (foto 6), které váží s velkou přesností (6 místné hodnoty).

Součástí každého odběru vzduchu v interiéru je i měření tzv. doprovodných údajů, jsou to měření teploty, barometrického tlaku, relativní vlhkosti vzduchu.

Naměřené koncentrace jsou udávány v ug/m^3 .

Vyhláška č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb stanovuje limitní hodnoty pro vybrané škodliviny.
([w.w.w. SZU.CZ](http://www.szul.cz)).

Foto č. 3 – Epam-5000



Popis měřicího přístroje:

Separační hlavice

Vedení – spoj mezi sep. hlavici a kolektorem

Kolektor – zde dochází k zachytu částic

regulátor průtoku vzorku

system měření průtoku

čerpadlo

plynoměr

Foto 4 filtr (zdroj autor)



Foto 5 separační hlavice (zdroj autor)



Foto 6 analytické váhy (zdroj: autor)



Měření trvalo 3 x 60 minut pro částice frakce PM 10 a 3 x 60 min pro částice frakce 2,5. Odběrová sonda byla umístěna 1,5 metru nad povrchem uprostřed hřiště, a pod basketbalovým košem na obou stranách tělocvičny pro měření frakce PM 10, a na stejných místech pro frakce PM 2,5. Po každém měření jsme měnili filtr.

Měření bylo uskutečněno 16. června mezi 8 – 9, 9 -10, 11 – 12 a 12 – 13, 13 – 14, 14 – 15 tou hodinou za normálního běhu vyučování hodin tělesné výchovy a to konkrétně basketbalu. Těchto hodin se zúčastnilo: první hodiny - 18 cvičících a 4 necvičící žáci, kteří pouze seděli na lavičce a učitel tělocviku. druhé hodiny – 20 cvičících a 3 necvičící a učitel a třetí hodiny 24 cvičících a 3 necvičící a učitel. 4 a 5 hodiny 15 cvičících a 4 necvičící a 6 hodiny 19 cvičících.

V tabulce 5 jsou uvedeny maximální a minimální hodnoty těchto měření a suspendovaných částic frakce PM 10, PM 2,5, barometrického tlaku, relativní hmotnosti a teploty.

5.4.3.1 Výsledky měření SLŠ Písek

U všech naměřených hodnot suspendovaných částic jsme použili vzorec:

$$a : V = X \text{ (} \mu\text{g/m}^3\text{)}$$

výpočet minimální hodnoty frakce PM 10 v SLŠ Písek:

$$65\,700 : 900 = 73$$

a – hmotnost zachyceného prachu (μg)

V – objem prosátého vzduchu (l)

X – vypočítaná hodnota ($\mu\text{g/m}^3$) (min. hodnota PM 10)

výpočet maximální hodnoty frakce PM 10 v SLŠ Písek:

$$180\,000 : 900 = 200$$

Výpočet minimální hodnoty frakce PM 2,5 v SLŠ Písek:

$$38\,700 : 900 = 43$$

Výpočet max. hodnoty frakce 2,5 v SLŠ Písek:

$$954\,000 : 900 = 106$$

Tabulka č. 5 Základní hodnoty naměřené v tělocvičně střední lesnické školy Písek

	PM 10 µg/m ³	PM 2,5 µg/m ³	barometrický tlak k Pa	relativní vlhkost %	teplota ° C
Min	73	43	101,08	18	20,2
Max	200	106	102,93	51	24,8
Průměr. hodnoty ze 3 měření	144	69	101, 54	36	22,3

Druhé měření se skládalo opět ze 6 částí po 60 minutách a odehrávalo se za normálního běžného denního provozu, při tréninku mužů a juniorů volejbalu Jihostroje v červenci 2008, a to v hodinách od 9 – 10, 10 – 11, 13 – 14 odpoledne a 14 – 15, 16-17, 17 – 18. U prvních třech měřeních zde bylo 12 hráčů a trenér, od 14 hod 15 hráčů a trenér Odběrová sonda byla opět umístěna doprostřed sportovní haly a na obou koncových čarách volejbalového hřiště ve výšce 1, 5 metru pro měření suspendovaných částic frakce PM 10 a na stejná místa pro měření susp. Částic frakce PM 2,5.

5.4.3.2 Výsledky měření sportovní hala ČB.

U všech naměřených hodnot suspendovaných částic jsme použili vzorec:

$$a : V = X \text{ (µg/m}^3\text{)}$$

výpočet minimální hodnoty frakce PM 2,5 ve sportovní hale v Českých Budějovicích:

$$37\,800 : 900 = 42$$

a – hmotnost zachyceného prachu (µg)

V – objem prosátého vzduchu (l)

X – vypočítaná hodnota (µg/m³)

výpočet max. hodnoty frakce PM 2,5 ve sportovní hale v Českých Budějovicích:

$$54\,000 : 900 = 60$$

výpočet minimální hodnoty frakce PM 10 ve sportovní hale v Českých Budějovicích:

$$77\,400 : 900 = 86$$

výpočet maximální hodnoty frakce PM 10 ve sportovní hale v Českých Budějovicích:

$$167\,400 : 900 = 186$$

Tabulka č. 6 Základní hodnoty naměřené ve sportovní hale v Českých Budějovicích

	PM 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM 2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	barometrický tlak k Pa	relativní vlhkost %	teplota $^{\circ}\text{C}$
Min	86	42	100, 04	32	16
Max	186	60	103, 47	64	21
průměr. hodnoty ze 3 měření	141	53	101,68	45	18,5
doporučený limit	150	80	101,325	30-65	16 - 18

Třetí měření bylo měřeno 24. června 2008 v gymnastickém sále ZF JČU v hodinách 8 – 9, 9 – 10, 11- 12, 12 – 13,15 – 16,15 - 16. V první části měření susp. částic PM 10 byla měřící sonda umístěna uprostřed gymnastického koberce, do výšky 1,5 metru a v hodině probíhala výuka gymnastiky s 10 cvičícími a jedním lektorem. V druhé části byla sonda umístěna do pravého horního rohu čtverce (blíže k východu) gymnastického koberce a probíhala opět výuka fakulty tělesné výchovy a sportu s 15 cvičícími a 2 lektory.

Ve třetí části byla sonda umístěna do opačného rohu (blíže k oknům) a probíhal zde trénink moderní gymnastiky o počtu cvičících 8 a jeden trenér.

V dalších měřeních sme měřili susp. částice frakce 2,5 a použili jme stejná místa.Počty cvičících byly 12, 12 a 6.

5.4.3.3 Výsledky měření v gym. sále ZF JČU

U všech naměřených hodnot suspendovaných částic jsme použili vzorec:

$$a : V = X \text{ (} \mu\text{g}/\text{m}^3\text{)}$$

výpočet minimální hodnoty frakce PM 10 v gymnastickém sále ZF JČU:

$$245\,700 : 2\,700 = 91$$

a – hmotnost zachyceného prachu (μg)

V – objem prosátého vzduchu (l)

X – vypočítaná hodnota ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (min. hodnota PM 10)

výpočet maximální hodnoty frakce PM 10 v gymnastickém sále ZF JČU:

$$314\,100 : 900 = 349$$

Výpočet minimální hodnoty frakce PM 2,5 v gymnastickém sále ZF JČU:

$$33\,300 : 900 = 37$$

Výpočet max. hodnoty frakce PM 2,5 v gymnastickém sále ZF JČU:

$$143\,100 : 900 = 159$$

Tabulka č. 7 Základní hodnoty naměřené v gymnastickém sále ZF JČU

	PM 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM 2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	barometrický tlak k Pa	relativní vlhkost %	teplota ° C
Min	91	37	100,27	48	18
Max	349	159	103,45	55	22,4
Průměr. hodnoty ze 3 měření	194	95	1001,87	52	20,1
doporučený limit	150	80	101,325	30-65	16 - 18

5.5 Hodnocení měření mikroklimatických podmínek

V této části jsou prezentovány základní charakteristiky naměřených hodnot jednotlivých parametrů. Byla měřena 3 sportovní zařízení (stejná jako u měření osvětlení) jižních Čech a to všesportovní hala v Českých Budějovicích, gymnastický sál tělocvičny zemědělské fakulty jihočeské univerzity a školní tělocvična střední lesnické školy.

Mikroklimatické faktory může ovlivnit sportovní činnost osob, jejich počet, větrání a intenzita topení, zvlhčování vzduchu a do jisté míry i vybavení sportovní haly, jako je typ oken nebo použití žaluzií.

V tělocvičně a gymnastickém sálu zemědělské fakulty byla již při projektu stavby zavedena klimatizace, rekonstrukčně zrealizována, ale z nezjištěných důvodů nebyla nikdy spuštěna. A protože okna, která se zde nacházejí nejsou dostatečně velká a nebo v nedostupných místech, z kterých se nedají otevřít, je zde velký problém s větráním a výměnou vzduchu a v teplém počasí i s vysokou teplotou. Stejný problém jsem zaznamenala i v tělocvičně SLŠ Písek. Pouze ve sportovní hale lze použít větrací systém, který ochlazuje a vyměňuje vzduch.

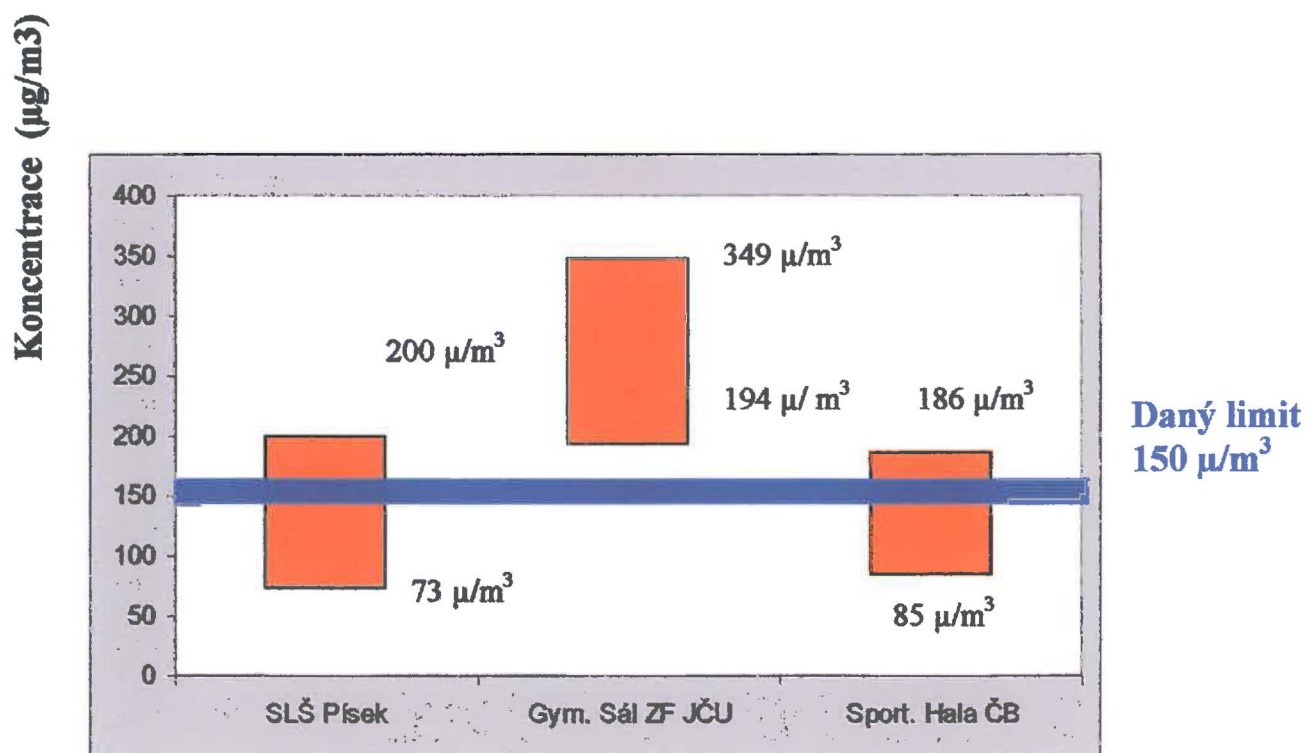
Hodnoty suspendovaných částic především frakce PM 10 a PM 2,5 jsou také ovlivněny sportovními aktivitami v tělocvičně (daným druhem sportu a frekvencí aktivit, počtem sportovců), režimem úklidu a významný vliv má také typ povrchu. Gymnastický koberec, který se vyskytuje v sále ZF JČU je očividně více náchylný k zadržování nečistot a prachu než na jiných (např. palubových) což dokazují vyšší naměřené hodnoty prachových částic.

Z měření vyplývá, že pro suspendované částice frakce PM 10 byla limitní hodnota 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ překročena v gymnastické sále ZF JČU s hodnotou 349 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a nejnižší hodnota byla naměřena v SLŠ Písek s hodnotou 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

- nejvyšší průměrná hodnota 194 μm^3 byla naměřena v gymnastickém sále ZF a nejnižší průměrná hodnota ve sportovní hale ČB s hodnotou 141 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. (viz. graf č.1)

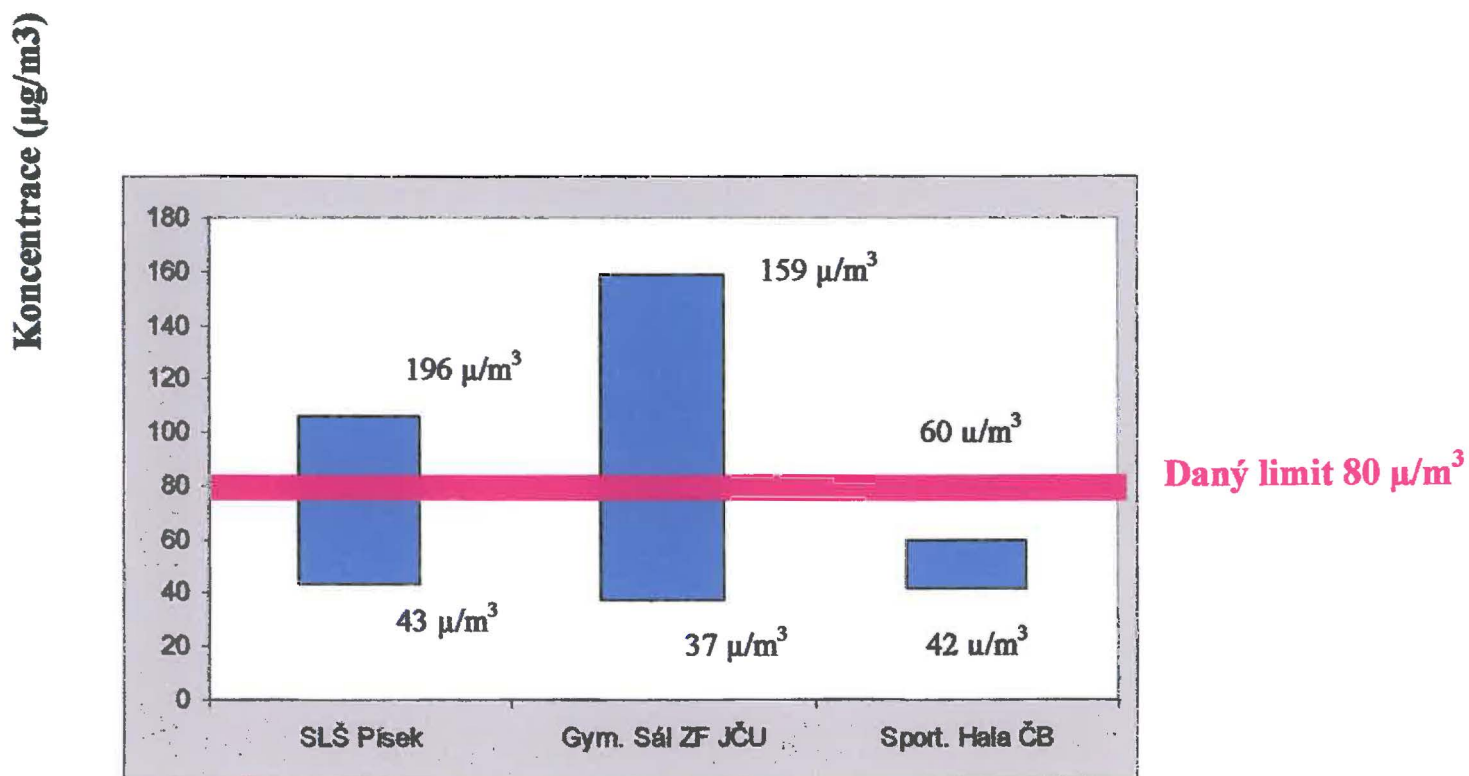
Graf 1

**ROZPĚTÍ HODNOT SUSPENDOVANÝCH ČÁSTIC FRAKCE PM₁₀
V DANÝCH SPORTOVIŠTÍCH**



Graf 2

**ROZPĚTÍ HODNOT SUSPENDOVANÝCH ČÁSTIC FRAKCE $MP_{2,5}$
V DANÝCH SPORTOVIŠTÍCH**

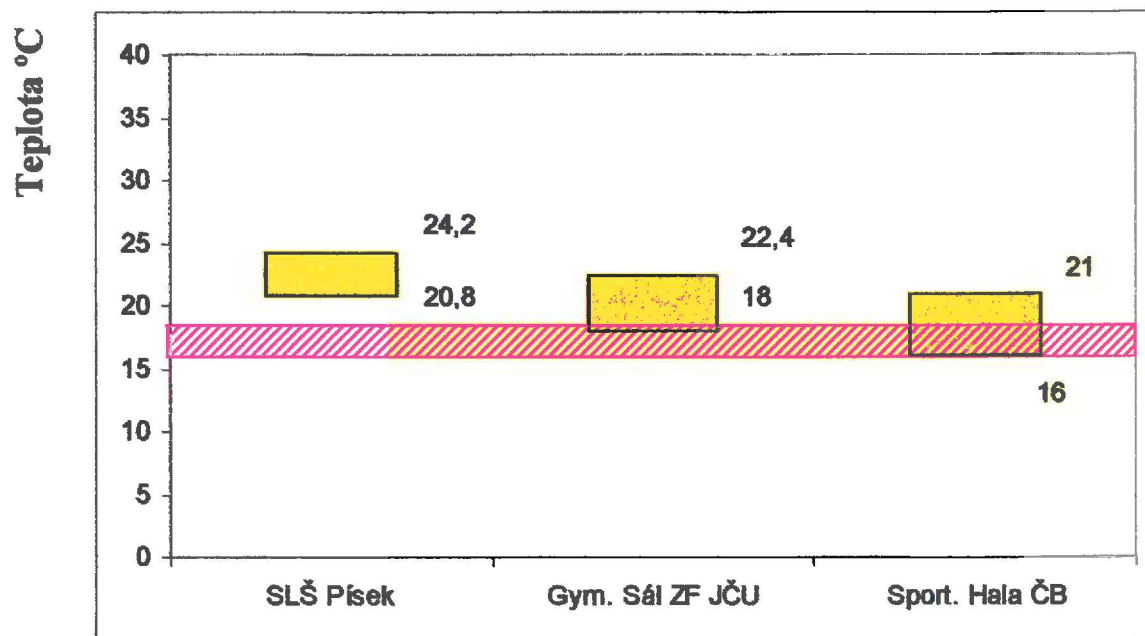


Limitní hodnota $80 \mu\text{m}^3$ byla překročena jak na SLŠ Písek s hodnotou $106 \mu\text{m}^3$ tak v gymnastickém sálu s hodnotou $159 \mu\text{m}^3$.

- nejnižší hodnota by naměřena v gymnastickém sále a to s hodnotou $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- nejvyšší průměrná hodnota byla zjištěna v gymnastickém sále s hodnotou $95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a nejnižší ve sportovní hale $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$. (viz graf č.2)

Graf 3

ROZPĚTÍ HODNOT TEPLoty



doporučený limit 16 – 18 ° C, byl překročen ve všech případech.

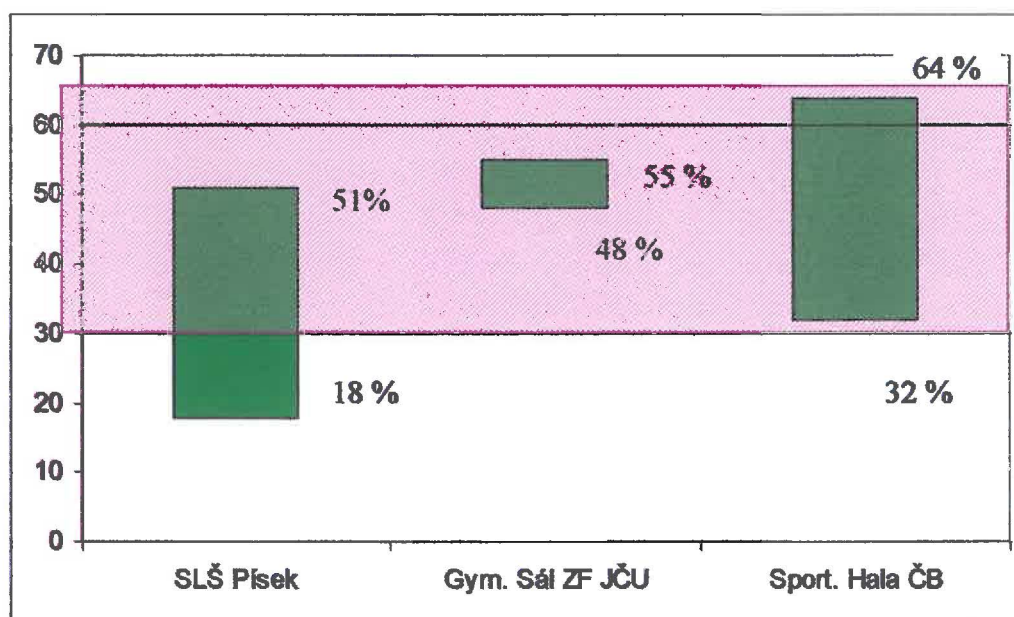
- nejvyšší naměřená hodnota byla naměřena na SLŠ Písek 24,2 ° C
- nejnižší hodnota byla naměřena ve sportovní hale České Budějovice 16 ° C

nejvyšší průměrná hodnota 22,3 ° C byla naměřena na SLŠ Písek a nejnižší ve sportovní hale 18,5 ° C

Graf 4

ROZPĚTÍ HODNOT RELATIVNÍ VLHKOSTI

Relativní vlhkost (%)



**Daný limit
30 -65 %**

- doporučený limit mezi 30 až 65 %
- ve všech případech vlhkost nepřekračovala daný limit, ale na SLŠ Písek s hodnotou 18 % se jednalo o nižší vlhkost než je doporučená hodnota.
- Největší rozdíl mezi minimální a maximální průměrnou hodnotou byl na střední lesnické škole Písek 33 % a nejmenší rozdíl mezi naměřenými hodnotami byl v gymnastickém sále 7 %.

6. DISKUZE

Na základě měření a výpočtů byla potvrzena hypotéza, že při měření osvětlení byly splněny dané limity norem, a to ve sportovní hale Českých Budějovicích, kde je požadavek na I třídu osvětlení 800 luxů. Při televizních přenosech se používá přídavné osvětlení, kde se pak hodnoty pohybují od 1000 do 1300 luxů. Osvětlení splňuje českou technickou normu ČSN EN 121 193 - osvětlení sportovišť.

V gymnastickém sále Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity byl požadavek na osvětlení úrovně třídy II, na sport moderní gymnastika 500 luxů. Toto osvětlení také odpovídá normě, ne však u bezpečnostního osvětlení, které není funkční.

Ve školní tělocvičně Střední lesnické školy Písek byl požadavek na osvětlení úrovně III třídy s hodnotou 200 luxů, které stačí pro sportovní aktivity typu školní tělesná výchova nebo aktivity rekreační úrovně jako například trénink basketbalu, který je zde nejčastěji praktikován. I v tomto případě osvětlení splňuje normu.

U mikroklimatických podmínek zejména u měření prachových částic, dochází k překročení doporučených limitů v maximálních hodnotách. Gymnastický sál nesplňuje daný limit 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ u frakcí PM 10 a PM 2,5 s hodnotami 194 a 95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. U měření relativní vlhkosti hodnoty odpovídají normě 30 – 65 % u teploty dochází k mírnému překročení limitu 16 – 18 ° C ve všech sportovištích. Barometrický tlak se pohyboval okolo standardní hodnoty 101,325 k Pa.

7. ZÁVĚR

Úkol této práce – změření a porovnání základních fyzikálních a chemických faktorů v několika jihočeských sportovních halách se podařilo splnit, i když se značnými potížemi. Ukázalo se, že naměřené hodnoty sice víceméně odpovídají normám v oblasti osvětlení, ale u měření aerosolových částic ve velké většině nikoli.

Zvýšené hodnoty prachových částic frakce 10 a 2,5 (řadíme do tzv. hrubých prachových částic) mohou mít velmi negativní vliv na organismus sportovce, a to jak ve výskytu různých alergií, tak četných infekcí.

Také se ukázalo, že zájem státu na kvalitě vnitřního prostředí rapidně klesá.

Tento stav začal zrušením laboratoří okresních hygienických stanic, které sledovaly zejména stav ovzduší pravidelně, preventivně a hlavně bezplatně. Některá měření sice u nových Zdravotních ústavů zůstala, ale jejich cena podstatně vzrostla, nebo jiná měření byla přenechána soukromým společnostem, které na nich pochopitelně také chtějí vydělat.

Výsledkem je stav, kdy si žádný subjekt nedává měřit pravidelně fyzikální a chemické faktory ve svých budovách, s výjimkou žalob, které provázejí stížnosti na poškození zdraví z těchto budov.

Za normálního provozu se provozovatelé spoléhají na hodnoty, které jsou uvedeny v plánech a projektech budov, v lepších případech udržují jejich dobrý stav, zejména u osvětlení. Osvětlovací tělesa jsou ve své většině pravidelně čistěna a nefukční výbojky vyměňovány.

U prachových částic záleží na četnosti a kvalitě úklidu, v některých případech jde o přenos nečistot z venkovního prostředí, např. na botách nepřezutých jedinců nebo smog z automobilového provozu okny či netěsnostmi v oknech. (Jedná se o částice menší než frakce 2,5, které mají značné karcinogenní vlastnosti.)

Tyto podmínky jsou způsobeny neusále se tenčícím přísunem financí, který je omezován nejen ministerstvy zdravotnictví a vnitra, pod která patří Zdravotní ústavy, ale i MŠMT a městy, pod která patří většina sportovních hal a zařízení.

Protože nelze očekávat, že se v dohledné době finanční situace státu podstatně zlepší, řešení je pouze jedno a několikrát se v této práci již objevilo. Je na každém jedinci, který se pravidelně a dlouhodobě ve sportovních zařízeních pohybuje a pracuje, aby volil kompenzační prostředky relaxace všeho druhu.

Ostatně doufám, že tento fakt si většina sportovců uvědomuje a vhodnou relaxaci, možná trochu podvědomě, volí.

8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. ANONYMUS, *Vyhláška 6/2003 SB. Z 23.března 2007, kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí.*
2. BYSTRICKÝ, V., KAŇKA, J. *Osvětlení*, Praha: ČVUT , 1997
3. CINGLOVÁ, L. *Hygiena*. Praha: UK FTVS, 2002.1.vydání. ISBN 80 – 86317 – 25 – 0
4. SN EN 12193 *Světlo a osvětlení – Osvětlení sportovišť*. Český normalizační institut, 2000
5. DOLEŽAL, T., MÁLEK, P. *Ekologické aspekty tělesné výchovy, sportu a turistiky*. Praha: Karolinum 2000. 96 s.ISBN 80 – 246 – 0136 – 2
6. EPAM – 5000 Brochure pdf, www.hazdust.com/epam5000.php
7. HAVRÁNEK, J. a kol. *Hluk a zdraví*. Praha: Avicenum, 1990
8. JANDÁK, Z. *Vibrace přenášené na člověka*, 2007. www.1.szu.cz/chpnp/?page=vibrace
9. JIŘÍK, V. *Fyzikální a chemické laboratorní metody v ochraně veřejného zdraví*. Ostravská univerzita v Ostravě, 2006. ISBN 80 – 7368 – 223 - 0
10. KLEISSNER, J. *Směrnice pro navrhování obytných budov z hlediska stavební světelné techniky*, Praha: VÚPS 1971
11. KOMÁRKOVÁ, M., JŮVOVÁ, L. *Nejasný případ poškození zdraví na zimním stadionu v Třeběchovicích pod Orebem*. In HYGIENA č. 1/2007
12. KOTLÍK, B. *Kvalita vnitřního prostředí v základních školách*. www.szu.cz. Hygiena životního prostředí – urbanizmus a bydlení – hygienické aspekty, 2008.
13. MÍČEK, L. *Duševní hygiena*, SPN Praha: 1983
14. MINOLTA T-10 Illuminance Meter, [www.tequipment.net/Minolta T10.asp](http://www.tequipment.net/Minolta/T10.asp)

15. SEMOTÁN, J., SEMOTÁNOVÁ M. *Hluk a duševní hygiena pracujících*. Praha: Práce, 1962
16. ŠTUMBAUER, J. *Základy vědecké práce v tělesné kultuře*. České Budějovice: Pedagogická fakulta v ČB, 1990. ISBN 80 -7040-018-8.

Jiné zdroje

Dostupné na World Wide Web: <<http://www.zdravcentra.cz/>>

Dostupné na World Wide Web: <<http://www.szu.cz/>>

Dostupné na World Wide Web: <<http://www.sweb.cz/>>

Rozhovory

PaedDr. Jiří Šafránek, vedoucí diplomové práce

RNDr. Ivana Suchomelová, oddělení chemických faktorů, Zdravotní ústav České Budějovice

Václava Ševčíková, oddělení osvětlení, Zdravotní ústav České Budějovice

Ing. Emil Almer, Zdravotní ústav České Budějovice, pobočka Písek

9. SEZNAM TABULEK, GRAFŮ, OBRÁZKŮ A FOTOGRAFIÍ

9.1 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Třídy osvětlení

Tabulka 2 Naměřené hodnoty osvětlení ve sportovní hale ČB, hodnoty po korekcích

Tabulka 3 Naměřené hodnoty osvětlení v gym. Sále ZF JČU, hodnoty po korekcích

Tabulka 4 Naměřené hodnoty osvětlení v tělocvičně SLŠ Písek, hodnoty po korekcích

Tabulka 5 Limitní hodinové koncentrace chemických ukazatelů a prachu

Tabulka 6 Základní hodnoty naměřené v tělocvičně SLŠ Písek

Tabulka 7 Základní hodnoty naměřené ve sportovní hale ČB

Tabulka 8 Základní hodnoty naměřené v gymnastickém sále ZF JČU

9.2 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Rozpětí hodnot suspenčních částic frakce PM₁₀

Graf 2 Rozpětí hodnot suspenčních částic frakce PM_{2,5}

Graf 3 Rozpětí hodnot teploty

Graf 4 Rozpětí hodnot vlhkosti

9.3 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1 Velikost částic prachu

Obrázek č. 2 Sportovní hala ČB

Obrázek č. 3 Herna stolního tenisu

Obrázek č. 4 Lehkoatletický koridor

Obrázek č. 5 Přední strana sportovní haly ZF JČU

Obrázek č. 6 Severní a jižní pohled tělocvičny SLŠ Písek

Obrázek č. 7 Interiér tělocvičny SLŠ Písek

Obrázek č. 8 Srovnávací plocha, síť bodů pro výpočet a příklad sítě pro výpočet bodů pro měření

Obrázek č. 9 Analytické váhy

9.4 SEZNAM FOTOGRAFIÍ

Foto 1 Digitální multimetr NY – 64

Foto 2 Digitální luxmetr Minolta T10

Foto 3 Epam-5000

Foto 4 Filtr

Foto 5 Separační hlavice k Epam-5000

Foto 6 Analitické váhy

10. PŘÍLOHY

Příloha 1 Graf sítě bodů osvětlení ve sportovní hale v ČB

Příloha 2 Graf intenzity osvětlení ve sportovní hale v ČB

Příloha 3 Graf sítě bodů osvětlenosti v gymnastickém sále ZF JČU

Příloha 4 Graf intenzity osvětlení v gymnastickém sále ZF JČU

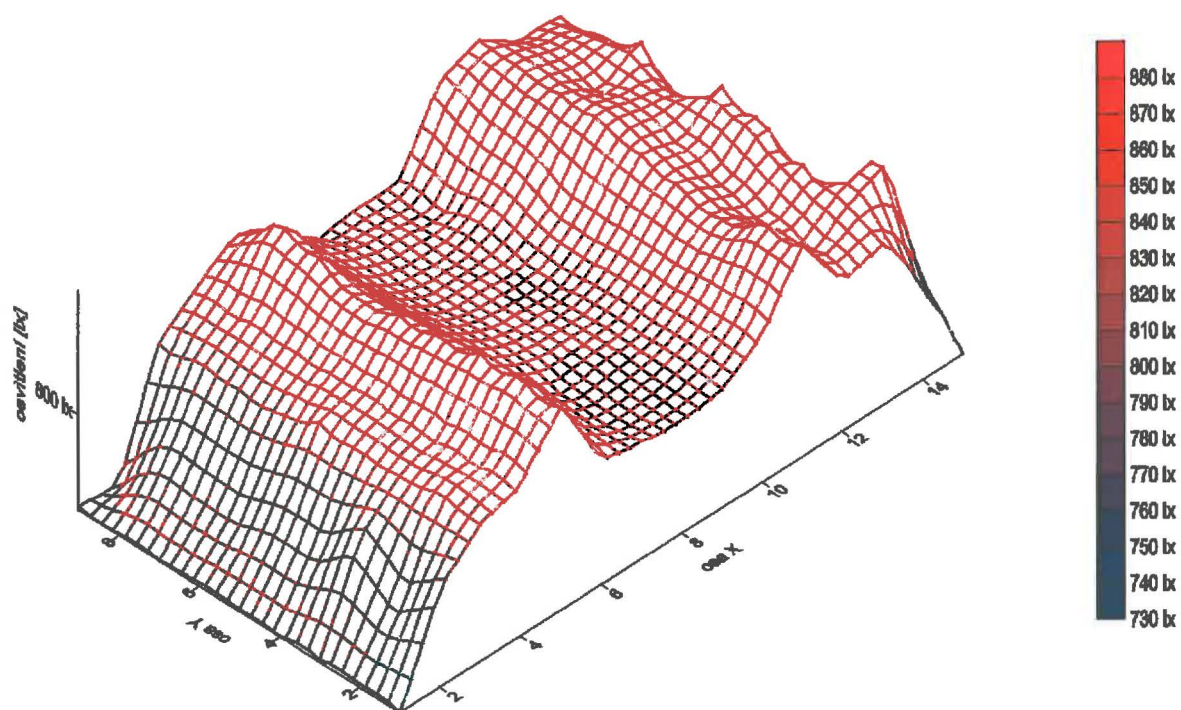
Příloha 5 Graf sítě osvětlení ve školní tělocvičně SLŠ Písek

Příloha 6 Graf intenzity osvětlení ve školní tělocvičně SLŠ Písek

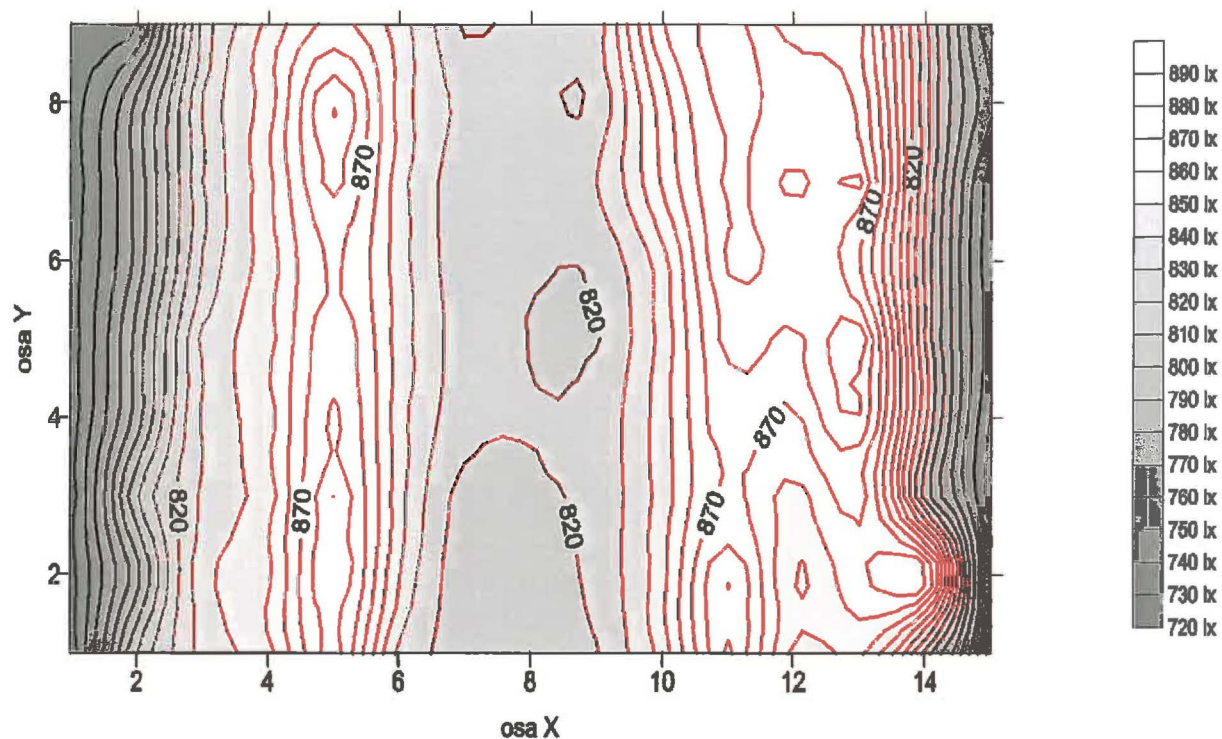
Příloha 7 Norma osvětlení pro jednotlivé sporty

Příloha 8 Norma osvětlení pro jednotlivé sporty

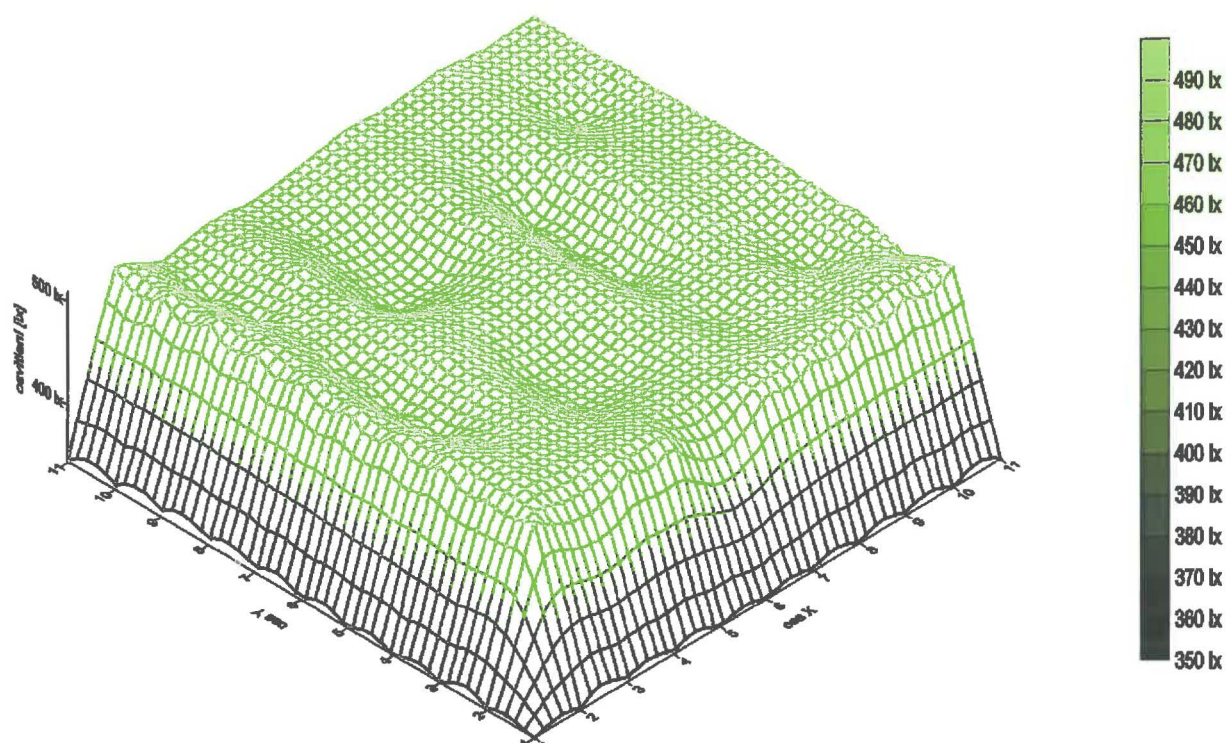
Graf sítě bodů osvětlenosti ve sportovní hale v ČB



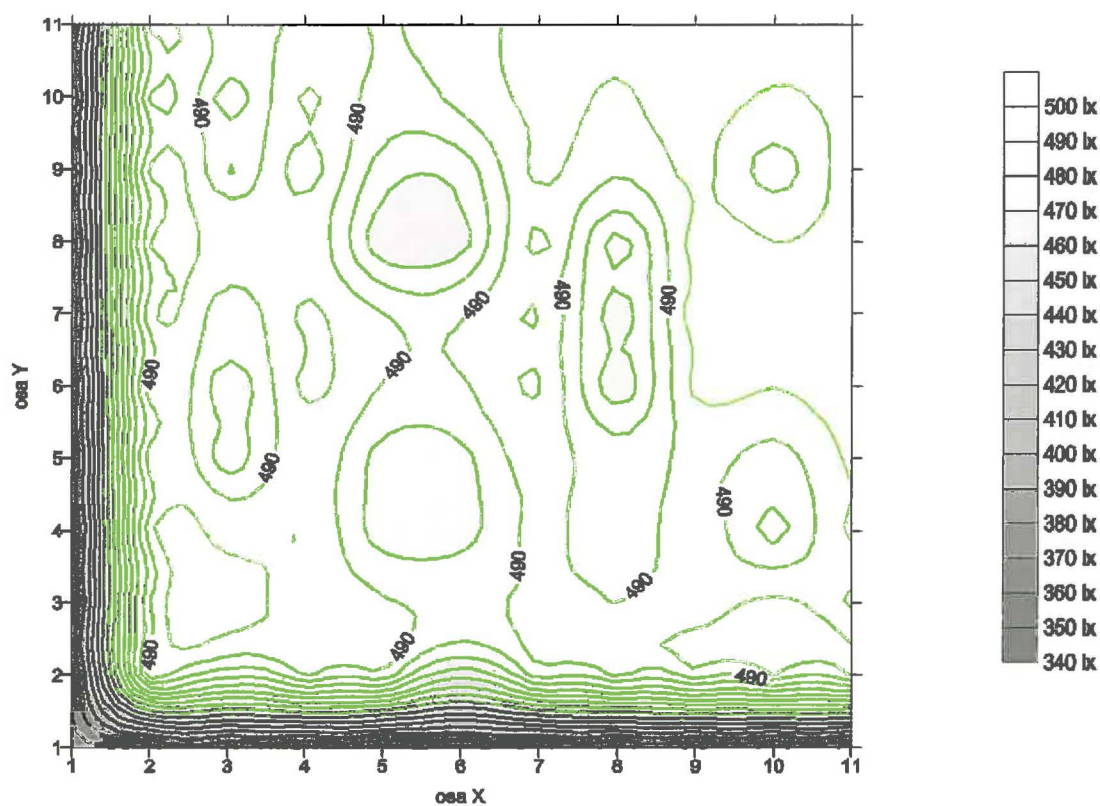
Graf intenzity osvětlení ve sportovní hale v ČB



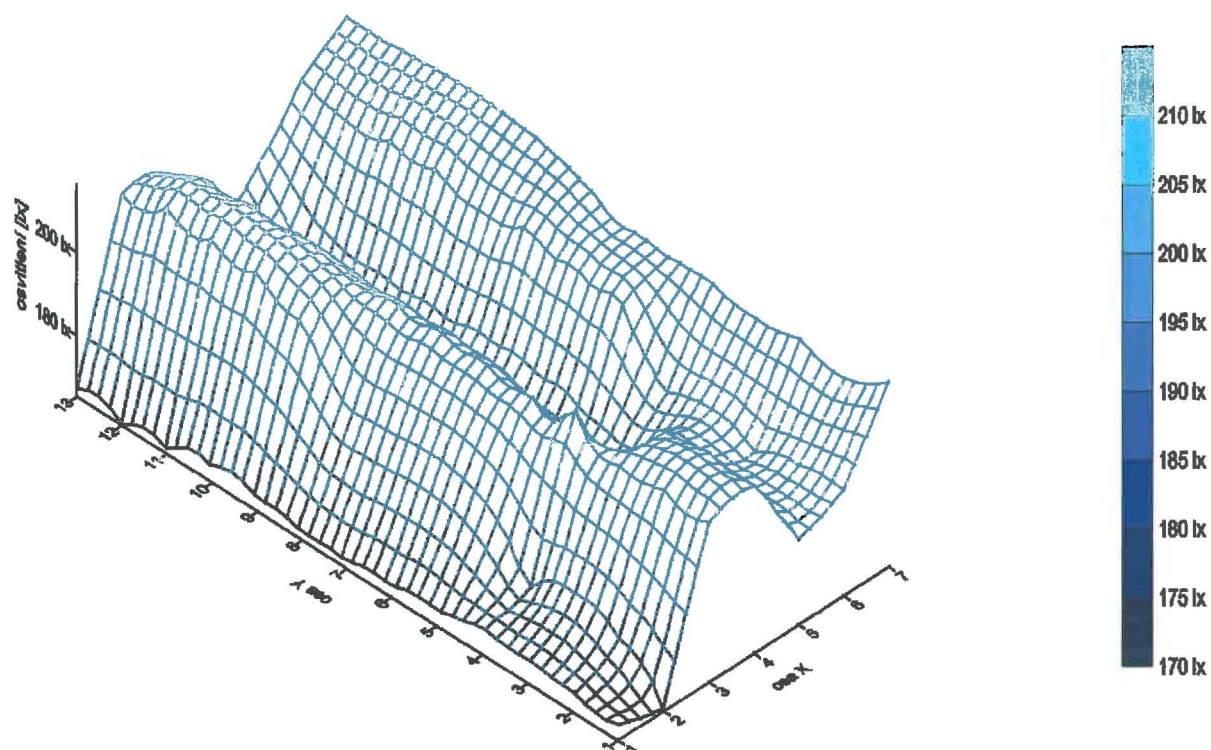
Graf sítě bodů osvětlenosti v gym. sále ZF JČU

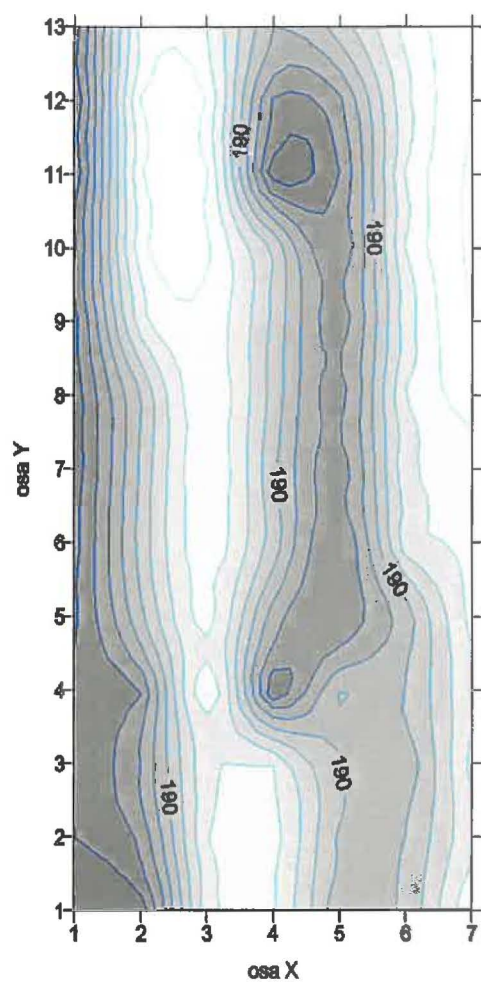


Graf intenzity osvětlení v gym. sále ZF JČU

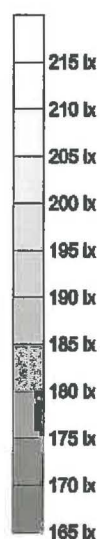


Graf sítě bodů osvětlenosti v tělocvičně SLŠ Písek





Graf intenzity osvětlení v tělocvičně SLŠ Písek



Příloha 7 – normy osvětlení pro jednotlivé sporty (ČSN EN 12193, Český normalizační institut, 2000)

Uvnitř			Srovnávací plocha		Počet bodů sítě	
			Délka m	Šířka m	Délka	Šířka
Basketbal	PA: TA:		28 32	15 19	13 15	7 9
Bojová umění Kendo Karate	PA:		11	11	11	11
	PA:		8	8	9	9
	TA:		11	11	11	11
Dražová cyklistika (viz poznámky 2 a 3 a obrázek 2)	250 m PA:		62,5 63,33	7 7	17 19	3 3
	333,3 m PA:					
Fistbal	PA:		60	20	17	7
	TA:		66	32	17	9
Florbal	PA:		40	20	15	7
	TA:		43	22	15	7
Fotbal sálový, 5/6 hráčů	PA:		30 až 40	18,5 až 20	13 až 15	9
	TA (max):		44	24	15	9
Házená	PA:		40	20	15	7
	TA:		44	24	15	9
Judo	PA:		10	10	11	11
	TA:		17	17	11	11
Netbal (korfbal) (viz poznámka 1)	PA:		30,5	15,3	13	7
	TA:		37,5	22,5	15	9
Školní sporty (tělesná výchova) (viz poznámka 5)						
Volejbal (viz poznámka 4)		PA:	24 (viz poznámka 6)	15	13 (viz poznámka 6)	9
Vzpírání	PA:		4	4	7	7
	TA:		6	6	9	9
Zápas	PA:		9	9	9	9
	TA:		12	12	11	11
Třída	Vodorovná osvětlenost			Index podání barev		
	E_{av} lx		E_{min}/E_{av}			
I	750		0,7	60		
II	500		0,7	50		
III	200		0,5	20		
POZNÁMKA 1 Svítidla by neměla být na části stropu nad kruhem o průměru 4 m okolo koše.						
POZNÁMKA 2 Osvětlenost se měří na povrchu dráhy.						
POZNÁMKA 3 Svislá osvětlenost u cílové čáry by měla být 1 000 lx pro cílovou fotografii a pro rozhodčí.						
POZNÁMKA 4 Svítidla by neměla být umístěna nad vlastní plochou hřiště.						
POZNÁMKA 5 Rozměry a počty bodů sítě závisí na daném sportu.						
POZNÁMKA 6 Pro třídu I je při mezinárodním utkání oprávněná délka PA 34 m, odpovídající počet bodů je potom 15.						

Příloha 8 - normy osvětlení pro jednotlivé sporty (ČSN EN 12193, Český normalizační institut, 2000)

Uvnitř			Srovnávací plocha		Počet bodů sítě	
			Délka m	Šířka m	Délka	Šířka
Aerobik			-	-	-	-
Atletika (viz poznámka 1)	Dráha 200 m	PA:	50	4,9 až 9,8	17	3
	Pole	PA:	85 až 93	30 až 42	19	7 až 9
Brislení kolečkové		PA:	40	20	15	9
Gymnastika moderní		PA (min):	14	14	11	11
Gymnastika sportovní		PA:	32 až 50	22,5 až 25	15 až 17	9
Jezdectví - skoky - drezura		PA:	60	40	17	11
		PA:	70	30	19	9
Lezení na stěnu			-	-	-	-
Rychlobruslení - krátká dráha - 400 m		PA:	50	6	17	3
		PA:	100	8	21	3
Tanec			-	-	-	-
Třída	Vodorovná osvětlenost		Svislá osvětlenost		Index podání barev	
	E_{av} lx	E_{min}/E_{av}	E_{av} lx	E_{min}/E_{av}		
I	500	0,7	500	0,7	60	
II	300	0,6	300	0,6	60	
III	200	0,5	200	0,5	20	

POZNÁMKA 1 Oslnění nemůže být kvantifikováno. Může však být omezeno pečlivým umístěním svítidel, např. nad zařízením pro skok o tyči. Svislá osvětlenost u cíle má být 1 000 luxů pro cílovou fotografii a pro rozhodčí.

Tabulka A.4

Uvnitř (viz poznámka 1)			Srovnávací plocha		Počet bodů sítě	
			Délka m	Šířka m	Délka	Šířka
Tenis PA:			36	18	15	7
Třída	Vodorovná osvětlenost		Index podání barev			
	E_{av} lx	E_{min}/E_{av}				
I	750	0,7	60			
II	500	0,7	60			
III	300	0,5	20			

POZNÁMKA 1 Svítidla by neměla být umístěna na stropě přímo nad vyznačenou plochou hřiště s rozšířením o 3 m za základními čarami.